DEFINICIONES,

PRINCIPIOS Y LEYES

DE LA

FÍSICA

POR

D. MANUEL PAZ Y SABUGO,

LICENCIADO EN CIENCIAS,

Con las asignaturas aprobadas del Doctorado,
Cetedrático auxiliar numerario
del Instituto de Badajoz, Socio de Mèrito de la Real Sociedad Econò-
mica de Amigos del País
de la misma ciudad y Director tècnico de la Empresa
de alumbrado eléctrico, etc., etc.



BADAJOZ.

Tip. La Económica de Pimentel, Bureo, Arenas y C.ª

Calle Francisco Pizarro, núm. 20.

1892.

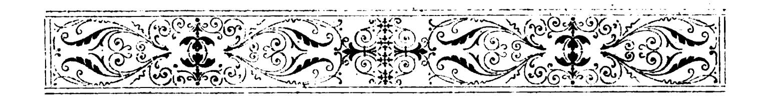
Al Sr. D. Tomás Vácas García,

en prueba de consideración y profundo agradecimiento, le dedica la presente obra

El Autor.

ADVERTENCIA.

Al escribir el presente trabajo, he tenido delante, además de diferentes obras de distintos profesores extranjeros, las no menos notables de mis queridos condiscipulos Sres. Muñoz del Castillo, Mascareñas, Lozano, etcétera; y por consiguiente, si algo bueno hay en ésta, se debe al talento de tan dignos Catedráticos.



NOCIONES GENERALES.



Física general ó Filosofía natural es la ciencia de la Naturaleza ó del Universo. Se deriva de *fisis,* naturaleza. Comprende la *Astronomía,* que estudia los movimientos de los cuerpos celestes; la *Historia Natural* que abraza el estudio de los cuerpos existentes en la superficie ó en el interior de nuestro globo, sin relacionar los unos con los otros; y la *Física* y la *Química* propiamente dichas, que se ocupan de las propiedades de la materia y de las leyes que la rigen.

La Física propiamente dicha, es la ciencia que estudia las propiedades generales de la materia y de las leyes que la rigen en tanto que los fenómenos no causen cambios permanentes en la naturaleza de los cuerpos.

Todos los fenómenos de la naturaleza, tienen por causa única y última, las acciones y reacciones mútuas, ya de los centros de fuerza ó átomos dinámicos, ya de las moléculas, ya de los cuerpos. Estas acciones en último análisis se reducen á una sola fuerza, la atracción universal, puesto que en todas partes de la naturaleza física, no hay más que materia y movimiento, reduciéndose todos los fenómenos á simples hechos de mecánica.

La observación y la experimentación son las fuentes casi exclusivas de conocimiento en las ciencias físicas.

El cálculo ó lenguaje matemático y las hipótesis mo-

tivadas, racionales y consideradas en su verdadero valor, son los instrumentos que emplean estas ciencias para interpretar los hechos, relacionarlos y llegar por fin á la adquisición plena de la verdad.

Espacio.

El espacio es infinito.

La extensión es una porción limitada del espacio.

La extensión abraza tres dimensiones, longitud, latitud y altura. Esta última llamada también profundidad, grueso ó espesor.

La dimensión es una cantidad, en la cual la unidad de medida es el metro en el sistema métrico-decimal. El metro es próximamente la diezmillonésima parte de la distancia entre el Polo y el Ecuador terrestre, medido sobre la superficie del Océano tranquilo. El metro no puede ser reconocido por esta definición, su patrón ó tipo fijo es una regla de platino que se conserva archivada en el Conservatorio de Artes y Medidas de París y cuya longitud es el metro legal estando á la temperatura del hielo fundente.

El espacio interplanetario llamado también vacío, se supone está lleno por el éter.

Tiempo.

El tiempo es infinito.

La unidad de medida del tiempo en los fenómenos físicos es el segundo.

El segundo es la sexagésima parte del minuto, que es la sexagésima parte de la hora. La tierra emplea en dar una vuelta sobre su eje 24 horas.

Materia

La materia es todo lo que ocupa un volumen y puede caer bajo el dominio de los sentidos.

La materia que llena el universo se compone de mónadas dinámicas ó de centros de fuerzas sin extensión, pero virtualmente activos: estas mónadas dinámicas son de dos clases, las unas encadenadas por los lazos de la cohesión ó de la afinidad, y en un estado de reposo relativo, deben por consecuencia pesar y gravitar las unas sobre las otras; estas son las mónadas ponderables. Las otras libres, por el contrario, de las fuerzas de cohesión ó afinidad, animadas de velocidades excesivas de traslación, de rotación, de vibración, atraviesan sin cesar en todos sentidos los sistemas de mónadas ponderables tendiendo á desunirlas ó separarlas, éstas son las mónadas imponderables que reunidas constituyen el éter.

La materia es una, se supone sea el éter condensado, que forma los átomos de los cuerpos y éstos reunidos las moléculas.

La materia es la esencia de los cuerpos.

Cuerpo, es todo lo que consta de extensión é impenetrabilidad.

La amplitud de las vibraciones de los átomos, como la mayor ó menor condensación del éter constituyen las diferentes propiedades de los cuerpos, que se traducen por diversidad de materia.

Las formas de la materia pueden ser de tres clases, formas químicas, elementales ó de naturaleza íntima (sustancias simples ó compuestas) caracterizadas por su extremada pequeñez y por la persistencia de propiedades muy diferentes; las formas físicas, de conjunto ó de aspecto (estados de los cuerpos, en razón á que muchos afectan dos ó más) son los modos de presentarse la materia constituida en cuerpos de cualquier forma química elemental; y las alotrópicas es el tránsito ó anillo de unión de unas á otras.

Las formas químicas estables, se llaman simples y las inestables compuestas, constituyendo las primeras los llamados cuerpos simples y las segundas los compuestos.

Cuerpos simples ó elementos químicos.

NOMBRES.	SÍMBOLO.	PESO ATÓMICO.	EQUIVALENTE. H=1	DESCUBRIMIENTO.
Actinio. . .	"	"	"	"
Aluminio. .	Al.	27,4	13,75	Wohler en 1827.
Antimonio.	Sb.	120	120	Basilio Valentín á fines del siglo XV.
Arsénico. .	As. ó Ar.	75	75	Geber en 1660.—Schroder en 1691.
Azufre. . .	S.	32	16	Conocido desde la más remota antigüedad.
Barcenio. .	Bc.	"	"	"
Bario. . . .	Ba.	137	68,50	Davy en 1807.
Berilio. . .	Be.	"	"	"
Bismuto. .	Bi.	210	210	Conocido en el siglo XV.
Boro	B. ó Bo.	11	11	Davy en 1809.
Bromo . . .	Br.	79,952	79,752	Balard en 1826.
Cadmio. . .	Cd.	112	56	Stromeyer y Hermann en 1817
Calcio. . . .	Ca.	40	20	Davy en 1808.
Carbono . .	C.	12	6	Desde la más remota antigüedad.
Cerio. . . .	Ce.	92	46	Barzelius é Hisinger en 1809.
Cesio. . . .	Cs.	132,6	132,6	Bunsen y Kirchhoff en 1859.
Cloro. . . .	Cl.	35,457	35,457	Scheele en 1774.
Cobalto. . .	Co.	59	29,5	G. Brandt en 1733.
Cobre. . . .	Cu.	63,5	31,75	Desde la más remota antigüedad.
Cromo . . .	Cr.	52,4	26,24	Vanguelin en 1797.
Davio. . . .	Da.	152	"	Después del iridio y rodio.
Decipio. . .	Dp.	"	"	Delafontaine y Nilson en 1879
Didimio(1)	Di. ó D.	96	48	Mosander en 1839.
Disprosio .	Ds.	"	"	Lecoq de Boisbaudran en 1886
Erbio. . . .	E. ó Er.	171	40	Mosander en 1843.
Erebodio. .	Eb.	"	95,4	Pringle en 1887.
Escandio. .	Sc.	45	"	Delafontaine y Nilson en 1880
Estaño. . .	Sn.	118	59	Conocido desde la antigüedad
Estroncio .	Sr.	87,5	43,75	Davy en 1808.
Filipio . . .	Fp.	"	"	Delafontaine y Nilson en 1879
Fluor. . . .	Fl.	19	19	No ha sido posible aislarse todavía.
Fósforo. . .	P. ó Ph.	31	31	Brand y Kunckel en 1669.

(1) Según Auer de Welbach, el didimio es una aleación de dos metales descubiertos por él, nesonimio y praseodimio. El primero tiene un peso atómico de 14,8, y el segundo de 143,6.

NOMBRES.	SÍMBOLO.	PESO ATÓMICO.	EQUIVALENTE. H=1	DESCUBRIMIENTO.
Galio. . . .	Ga.	69	34,5	Lecoq de Boisbandran 1875.
Germanio .	Ge.	72'8	"	Winckler en 1886.
Glucinio. .	Gl.	14	7	Wohler en 1827.
Hesperisio.	He.	"	45,2	Pringle en 1887.
Hidrógeno.	H.	1	1	Cavendish en 1777.
Hierro. . .	Fe.	56	28	Conocido desde la más remota antigüedad.
Holmio. . .	Ho.	162	"	Lecoq de Boisbaudran en 1886
Huntilio. .	Hu.	"	"	"
Ilmenio. . .	Il.	105	"	"
Indio. . . .	In.	113,4	56,7	Reich y Ricter en 1863.
Iridio. . . .	Ir.	197,2	98,6	Tennan, Collet y Descotil en 1803.
Itterbio. . .	It.	173	"	Marignae en 1878.
Lantano . .	La.	92	46	Mosander en 1839.
Litio	Li.	7	7	Arfwedson en 1817.
Magnesio .	Mg.	24	12	Bussy en 1831.
Manganeso	Mn.	55,2	27,6	Scheele en 1774 y aislado por Gahns.
Mercurio. .	Hg.	200	100	Conocido desde la más remota antigüedad.
Molibdeno.	Mo.	96	48	Scheele en 1778 y aislado por Hidm y Pelletier.
Neptunio. .	Np.	118	"	"
Niobio . . .	Nb.	94	"	Hatchett en 1801.—Rose en 1846.
Niquel. . .	Ni.	59	29,5	Cronstedt en 1751.
Nitrógeno .	N. ó Az.	14,044	14,044	Rutherford en 1772.
Norio. . . .	No.	"	"	"
Noruego. .	Nr.	"	"	Dahil en 1885.
Norvegio .	Nr.	146	"	"
Oro.	Au.	197	197	Conocido desde la más remota antigüedad.
Osmio. . . .	Os.	200	100	Tennan en 1803.
Oxígeno . .	O.	16	8	Priestley y Lavoisier en 1774
Padmio. . .	Pa.	"	43,6	Pringle en 1887.
Paladio. .	Pd.	106,6	53	Wollaston en 1803.
Plata. . . .	Ag.	107,93	107,93	Conocida desde la más remota antigüedad.
Platino. . .	Pt.	197.5	98,94	Traido á Europa por D. Antonio de Ulloa en 1748.
Plomo . . .	Pb.	207	103,5	Conocido desde la más remota antigüedad.
Polimnesto	Pm	"	74	Pringle en 1887.
Potasio. . .	K.	39,137	39,137	Davy en 1807.
Rodio. . . .	Ro.	104	52	Wollaston en 1804.
Rubidio. . .	Rb.	85,4	85,4	Bunsen y Kirchhoff en 1850.
Rutenio . .	Ru.	104	52	Osann y Claus en 1828.

NOMBRES.	SÍMBOLO.	PESO ATÓMICO.	EQUIVALENTE. H=1	DESCUBRIMIENTO.
Samario . .	Sa.	150,5	"	Delafontaine en 1878.
Selenio. . .	Se.	79	39,5	Berzelius en 1817.
Silicio. . . .	Si.	28	14	Berzelius en 1809.
Sodio. . . .	Na.	23,043	23,043	Davy en 1807.
Talio	Tl.ó Th.	204	204	Crookes y Lamy en 1860.
Tántalo . .	Ta.	137,06	68,8	Hatchett en 1801.
Teluro. . .	Te.	129	64,5	Muller von Reichenstein en 1782.
Thulio. . .	Tu.	170,4	"	"
Terbio. . .	Tr.	"	29,60	Mosander en 1843.
Titano . . .	Ti.	50	25	Gregor en 1791.
Torio. . . .	To.	231,5	59,5	Berzelius en 1839.
Tungsteno.	W.	184	92	Scheele en 1780 y aislado por los hermanos d'Eluyart.
Uralio . . .	Ua.	"	"	"
Urano. . . .	U. ó Ur.	120	59,40	Klaproth en 1789.
Vanadio . .	V.	137	68,46	Sefstrom en 1830.
Yodo	I.	126,85	126,85	Courtois en 1811.
Ytrio	Y. ó Yt.	64	32	Wohler en 1827.
Zinc.	Zn.	65	32,5	Conocido en el siglo XV.
Zirconio . .	Zr.	48,75	48,75	Klaproth en 1789 y aislado por Berzelius en 1805.

Las formas físicas ó de conjunto, se dividen en ponderables, porque los cuerpos que las presentan se pueden pesar, é imponderables ó materia etérea, en las que no se ha comprobado la existencia ó falta de peso.

Las formas ponderables, se designan con el nombre comunmente de estados de los cuerpos.

Estos estados son cinco: sólido, líquido, gaseoso ó de vapor, pastoso ó viscoso y líquido gaseoso.

Cuerpos sólidos son los que tienen forma y volumen determinado. Líquidos son los que teniendo un volumen determinado, en pequeñas masas tienen una forma esférica, pero que en masas mayores afectan la de la vasija que los contienen; y los gaseosos son aquellos que por lo general son invisibles y sus moléculas están en un estado contínuo de repulsión, no teniendo constante ni el volúmen ni la forma.

El estado pastoso ó viscoso, es intermedio entre el

líquido y el sólido; y el líquido gaseoso, intermedio entre los dos que su denominación indica, participando más de uno que de otro según los cuerpos en que se presentan.

Materia radiante, es el estado que adquiere un gas cuando una pequeña cantidad del mismo ocupa un volumen muy grande. *(Definición de Crookes).*

En la naturaleza ni se crea materia, ni se destruye. *(Principio de la conservación de la materia).*

Energía.

Los fenómenos son pura y simplemente movimientos ó cambios de las posiciones relativas de los cuerpos, ó de las partes de éstos, realizados sucesivamente.

La causa del movimiento es la materia en movimiento.

La fuerza en absoluto carece de entidad, solo se admite á modo de frase abreviada ó símbolo de un fenómeno no explicado.

Fuerzas vivas, energías dinámicas ó actuales ó energías en acción, son las fuerzas produciendo movimientos efectivos.

Fuerzas muertas ó de tensión ó energías virtuales ó potenciales ó en reserva; son las fuerzas tendiendo tan solo á producir movimiento.

La energía dinámica se transforma en potencial y vice-versa; y en cada caso la suma de la potencial y la dinámica permanecen invariables. *(Principio de la conservación de la energía).*

La suma de las energías dinámica y potencial constituyen la energía total.

Las formas principales de la energía, son: la elasticidad, atracción universal, cohesión, adhesión, viscosidad, tensión ó fuerza expansiva, fuerza mecánica, sonoridad, calor, luz y electricidad.

La elasticidad es la fuerza en virtud de la cual las moléculas de un cuerpo separadas de su posición de equilibrio vuelven á él expontáneamente. En los sólidos se

distinguen la elasticidad de tracción, de torsión y de flexión.

Afinidad, es una fuerza propia de las formas químicas de la materia, que determina la producción de cuerpos compuestos con los simples y aun con otros compuestos.

Atracción universal, es una fuerza observada en todas las formas ponderables, en virtud de la cual los cuerpos en presencia, cualquiera que sea la distancia que los separe, tienden á precipitarse unos sobre otros. Considerada entre los astros se llama gravitación; entre la Tierra y los cuerpos situados en su superficie, gravedad.

La cohesión conocida con el nombre de atracción molecular, es la fuerza en virtud de la cual los átomos ó las moléculas tienen una tendencia á no alejarse indefinidamente los unos de los otros. Según su manera de obrar resultan los llamados estados de los cuerpos. La cohesión en el estado sólido es tal que se necesita siempre un esfuerzo más ó menos grande para producir la disgregación. En los líquidos es menor, si bien es suficiente para mantener bastante juntas las moléculas y producir lo que vulgarmente se llama la gota. En los gases donde la cohesión es antagonista de la fuerza expansiva, es suficiente sin embargo para triunfar de esta última y oponerse á una separación indefinida, como se observa en las nubes y probablemente en la cola de los cometas.

La adhesión es la atracción entre la superficie de dos cuerpos cualesquiera. Se aumenta hasta cierto grado por aproximamiento de las superficies y por el tiempo que están en contacto.

Entre dos líquidos diferentes también se presenta una adhesión perfecta; en virtud de la completa movilidad de sus moléculas los dos líquidos se incorporan perfectamente. Entre las fuerzas de cohesión y adhesión se establece una especie de lucha y cuyos fenómenos han sido llamados figuras de cohesión.

La viscosidad, es una especie de cohesión propia de los cuerpos líquidos, merced á la cual éstos se presentan más ó menos fluidos, más ó menos pegajosos.

La tensión ó fuerza expansiva, es la propiedad que presentan los gases de aumentar de volumen.

Fuerza mecánica, es la energía actual que supone un cuerpo animado de movimiento de traslación.

La sonoridad, calor, luz y electricidad son formas de la energía actual, correspondientes á movimientos internos de los cuerpos.

Las formas de la energía actual tienden á difundirse en el universo, como si la fuerza propendiese á estar uniformemente repartida en el mismo.

Las formas de la energía se transforman recíprocamente unas en otras en proporciones equivalentes y constantes. *(Ley de la equivalencia de las fuerzas naturales).*

Constitución material de los cuerpos.

Todo cuerpo está constituido por tres elementos principales:

1.° Su volumen ó espacio geométrico. 2.° Su forma, determinada por los límites exteriores de su volumen. 3.° Su masa ó cantidad de materia, es decir, el número de mónadas dinámicas comprendidas bajo el volumen y modeladas por la forma.

Llámanse propiedades de los cuerpos ó de la materia las diferentes maneras que tienen de impresionar á nuestros sentidos.

Las propiedades generales de la materia ó de los cuerpos son: la extension, impenetrabilidad, divisibilidad porosidad y comprensibilidad.

Algunos dividen estas propiedades: en unas propias de la materia y de los cuerpos, como es la extension; otras propias de la materia, cual es la impenetrabilidad y las demás solo exclusivas de los cuerpos como la porosidad, comprensibilidad, etc.

La extension es la propiedad en virtud de la cual, todo cuerpo ó porcion de materia ocupa un lugar en el espacio; por pequeño que sea. Su estudio corresponde á la *Geometría.*

La impenetrabilidad, es la propiedad en virtud de la cual, dos ó más porciones de materia, no pueden ocupar al mismo tiempo el mismo lugar en el espacio.

La divisibilidad, es la propiedad en virtud de la cual las partículas de la materia pueden ser separadas la unas de las otras. La divisibilidad es limitada. La teoria de los equivalentes químicos, conduce á admitir, que los cuerpos estan formado de elementos constituyentes llamados átomos. El agrupamiento químico de los átomos de los cuerpos simples constituye la molécula en los cuerpos compuesto. La partícula viene despues de la molécula en el orden de los infinitamente pequeños. La partícula es la parte más pequeña que puede apreciar la vista.

La porosidad, es la propiedad en virtud de la cual los cuerpos están llenos de interstícios ó vacios llamados poros.

La comprensibilidad, es la propiedad que tienen los cuerpos de disminuir de volumen por la presion. Es verosimil creer que en este fenómeno los poros se disminuyen.

La dilatabilidad, es la propiedad en virtud de la cual los cuerpos aumentan de volumen bajo la acción del calor.

El concepto general de la constitución material hipotética de los cuerpos es el siguiente.

1.° Los cuerpos son agregados de moléculas y átomos.

2.° Estas partecillas se hallan situadas á distancias variables bajo la influencia de la energía.

3.° En igualdad de circunstancias, todos los gases tienen igual número de moléculas, compuestas de átomos iguales (cuerpos simples) ó desiguales (cuerpos compuestos.)

4.° Cuando un gas se liquida y un líquido se soli-

difica, las distancias intermoleculares se hacen más pequeñas.

5.º La indivisibilidad de los átomos no debe ser reputada absoluta, sino con relación al valor de las fuerzas químicas.

6.º El peso de los átomos y de las moléculas, su volumen y forma; y la magnitud de sus distancias mútuas determinan la existencia de propiedades diferenciales en los cuerpos. *(Muñoz del Castillo.)*

Constitución dinámica de los cuerpos.

El volumen de un cuerpo es dependiente en cada momento, entre otros causas, de una cierta cantidad de energía calorífica absorvida y empleada en mantener las moléculas á ciertas distancias.

Todo líquido lo es merced á una cantidad de energia calorífica que absorve y reside en el mismo en estado potencial.

Los cuerpos gaseosos persisten en tal forma mientras retienen potencialmente otra cantidad grande de dicha energía.

La tensión y volumen de un gas depende de cierta cantidad de energía que sus moléculas absorven y desprenden fácilmente bajo la forma de calor.

En los sólidos las moléculas están obligadas á permanecer á distancias sensiblemente fijas, y dispuestas en direcciones casi invariables; tales partecillas no podrán verificar sino movimientos de conjunto ó vibraciones interiores que determinen la oscilación de las mismas alrededor de una posición de equilibrio, y á lo sumo algún giro en determinados casos.

En los líquidos parece que las moléculas soló están obligadas á permanecer á distancias fijas unas respecto de otras sinque esto se oponga á los cambios de sus posiciones relativas; en virtud de locual las rotaciones serán de hecho posibles para dichas partículas; así como tam-

bién ciertos movimientos de traslación, además de los movimientos interiores asignados al estado sólido.

En el estado gaseoso las moléculas están dotadas de los tres géneros de movimiento; traslación (de que dependen la expansibilidad y la tensión), rotación (que se desenvuelve en los choques de unas con otras) y vibración (que corresponde á la temperatura).

El concepto general de la constitución dinámica de los cuerpos es el siguiente:

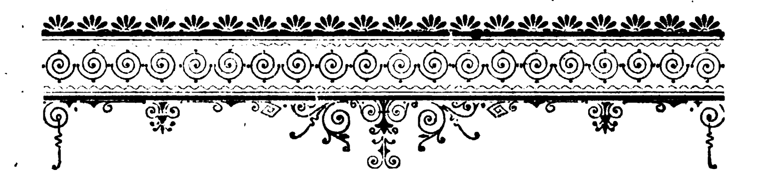
1.º Merced á enormes cantidades de energía residentes en los átomos y moléculas bajo formas desconocidas, estos elementos de los cuerpos aparecen dotados de la propiedad de atraerse de diversos modos, ó sea provistos de afinidad, cohesión, atracción universal, etcétera. El mecanismo en virtud del cual se producen estos efectos, permanece hasta hoy en la más completa oscuridad.

2.º Ciertas cantidades de energía que los cuerpos reciben y desprenden fácilmente bajo la forma de energía calorífica, produciendo efectos opuestos á las atracciones moleculares, determinan el estado (sólido, líquido, etc.) en que las referidas masas se presentan ínterin retienen dichas cantidades (calor latente) de energía.

3.º El volumen de los cuerpos, la tensión de los gases y otros diversos fenómenos son así mismo debidos á energía comunicada las moléculas, generalmente bajo la forma de calor, que las mismas transforman ó emplean en trabajos.

4.º En las moléculas residen además otras cantidades variables de energía correspondientes á los fenómenos sonoros, eléctricos, á la temperatura del cuerpo, etc.

5.º Cada forma física de la materia corresponde á un cierto estado mecánico de las moléculas, que sin destruir el equilibrio del conjunto, ó las condiciones de existencia del mismo permite y hasta determina movimientos de tales partecillas componentes, que se traducen en propiedades características de los estados de los cuerpos. *(Muñoz del Castillo).*



NOCIONES DE MECÁNICA.



La mecánica, es la ciencia que se ocupa de las leyes del movimiento; y del estudio y medida de las fuerzas.

La Mecánica se subdivide en mecánica racional y aplicada.

La Mecánica racional ó ideal no tiene en cuenta las propiedades físicas de la materia y funda en consideraciones sacadas del espíritu humano las leyes abstractas del movimiento.

La Mecánica aplicada ó real estudia los cuerpos tales como son y se eleva por el método esperimental á los principios generales del movimiento y á sus aplicaciones á las necesidades humanas.

La Mecánica racional se funda en los tres postulados siguientes:

1.º Si se se deja actuar la fuerza que obliga al móvil á describir una curva determinada, en virtud de la inercia continuará caminando indefinidamente, según la tangente á la curva en aquel punto y con velocidad constante; que es la misma que llevaba el cuerpo al cesar la fuerza, *(Ley de inercia ó de Kepler.)*

2.º Los movimientos particulares de un cuerpo se producen con independencia ó como si no existiera el

movimiento común á dicho cuerpo y al punto de referencia, *(Ley de la independencia de los movimientos ó de Galileo.)*

3.° Siempre que un movimiento se produce ó pugna per producirse, se produce así mismo ó pugna por efectuarse otro igual y directamente opuesto, *(Ley de reacción ó de Newtón.)*

La Mecánica racional se divide en cinemática, estática y dinámica.

La cinemática considera el movimiento bajo el punto de vista geométrico.

La estática, tiene por objeto estudiar las condiciones en virtud de las cuales las fuerzas se ponen en equilibrio.

La dinámica, estudia el movimiento producido por fuerzas dadas.

Estática.

Fuerza es la causa que produce ó tiende á producir el movimiento ó el reposo.

El punto de aplicación, su dirección é intensidad definen ó determinan una fuerza.

Punto de aplicación, es el punto donde la fuerza actua; su dirección es la del movimiento que produce ó tiende á producir y su intensidad es su tamaño.

Fuerzas iguales, son aquellas que actuando sobre un mismo punto en direcciones diametralmente opuestas, producen reposo.

La reunion de dos, tres, cuatro, etc., fuerzas iguales, producen una fuerza doble, triple, cuadruple etc.

El punto de aplicación de una fuerza puede ser trasladado á un punto cualquiera de su dirección sin que su efecto sea modificado, con tal que este nuevo punto esté invariablemente unido al primero.

La accion de una fuerza sobre un cuerpo es independiente del estado de reposo ó de movimiento de dicho cuerpo.

Si muchas fuerzas actuan simultáneamente sobre un

mismo cuerpo, cada una de ellas produce el efecto que le es propio como si estuviese sola.

La medida de una fuerza puede ser expresada en peso.

La medida de una fuerza puede ser expresada por sus efectos sobre las masas.

Los instrumentos destinados á medir las fuerzas se llaman dinamómetros (*dinamis*, fuerza y *metron*, medida)

Resultante ó compuesta, es la fuerza única que produce el mismo efecto que varias.

Cuando varias fuerzas se equilibran, cada una de ellas es igual y directamente opuesta á la resultante de las demas.

La dirección de la resultante de dos fuerzas concurrentes iguales es la misma de la bisectriz del ángulo que forman.

La resultante de varias fuerzas que actuan segun la misma recta, es igual á la suma algebráica de las componentes; considerando como positivas las fuerzas que obran en un sentido y como negativas las que actuan en sentido contrario.

Todo cuerpo que tiene un solo punto fijo alrededor del cual puede girar libremente y se haya solicitado por una fuerza única, necesariamente se pone en movimiento.

La resultante de dos fuerzas concurrentes queda determinada en dirección y magnitud por la diagonal del paralelógramo construido sobre las rectas que representan las componentes.

Una fuerza, que formando el mismo ángulo con otras dos, al combinarse con ellas producen resultantes dirigidas segun la diagonal del paralelógramo respectivo, la primera fuerza, en composición con la suma de las otras dos; dará tambien una resultante que sigue la diagonal del nuevo paralelógramo construido sobre la fuerza y la suma citada.

La resultante de varias fuerzas concurrentes, situadas ó no en un mismo plano, se halla, determinando la resultante de dos de ellas, despues se combina esta re-

sultante con una tercera fuerza; la de estas con una cuarta; y así sucesivamente hasta combinar la última fuerza con la resultante anterior.

Tres fuerzas concurrentes situadas en planos distintos cada dos de ellas, tienen por resultante la diagonal del paralelepípedo construido sobre dichas fuerzas.

La resultante de dos fuerzas paralelas que obran en el mismo sentido, es paralela del mismo sentido que las componentes, igual á la suma; y dista de ellas longitudes inversamente proporcionales á sus intensidades.

La resultante de dos fuerzas paralelas que actúan en sentido contrario, es paralela á las componentes, obra en sentido de la mayor con una intensidad igual á la diferencia de aquellas, y su distancia de las componentes es inversamente proporcional á la respectiva intensidad de dichas fuerzas.

Momento de una fuerza con respecto á un punto, es el producto de dicha fuerza por su distancia al punto.

Llámase centro del momento el punto con respecto al cual se toma el momento de la fuerza.

Brazo del momento, es la perpendicular bajada desdé el centro á la dirección de la fuerza.

Los momentos de dos componentes angulares con relación á un punto de la resultante son iguales.

Par de fuerzas, es el sistema de fuerzas paralelas, iguales y contrarias.

El par se mide multiplicando el valor de la fuerza por el brazo del par (distancia).

Centro de fuerzas paralelas, es el punto de aplicación de su resultante.

En las fuerzas paralelas el momento de la resultante es igual á la suma algebráica de los momentos de las componentes.

La suma de los momentos de las dos fuerzas iguales de un par, es igual al producto del valor de las fuerzas por la distancia que las separa.

El momento de la resultante es igual á la suma algebráica de las componentes. *(Teorema de Varignon).*

Máquina es todo instrumento que nos da medios para cambiar, por lo menos, una de las tres condiciones que determinan una fuerza.

También se llaman máquinas, los instrumentos que sirven para trasmitir el trabajo de una fuerza.

En toda máquina hay que considerar la potencia, la resistencia y el punto de apoyo.

Potencia es la fuerza que produce ó tiende á producir un movimiento.

Resistencia es la fuerza que produce ó tiende á producir un movimiento en dirección opuesta al de la potencia.

Puntos de apoyo son los obstáculos fijos alrededor de los cuales giran ú oscilan ciertos órganos.

La potencia y la resistencia son recíprocamente proporcionales á las proyecciones sobre su dirección, de los caminos infinitamente pequeños recorridos por su punto de aplicación si el equilibrio llega á ser roto. *(Principio de las velocidades virtuales).*

Máquinas simples son las que tienen un solo apoyo. Estas son: la palanca, polea, torno, plano inclinado, cuña y tornillo.

Máquinas compuestas son las formadas por la combinación de las simples.

También se clasifican con relación al apoyo, según que éste sea un punto como en la palanca y polea, una línea como en el torno y un plano como el plano inclinado, la cuña y el tornillo.

Palanca, es una barra inflexible ó cuerpo de cualquier forma, sujeto á girar alrededor de un punto, llamado fulcro ó punto de apoyo.

La palanca es de primer género, cuando el punto de apoyo está entre la potencia y la resistencia; de segundo género, cuando la resistencia está entre el punto de apoyo y la potencia; y de tercer género, cuando la potencia está entre la resistencia y el punto de apoyo.

En la palanca la potencia y resistencia están en razón inversa de los brazos de la palanca.

Polea, es un cilindro de mucha base y poca altura, sujeto á girar por su centro y que lleva en su contorno convexo una hendidura llamada garganta ó carril por donde pasa una cuerda.

La polea es fija cuando no tiene más que un movimiento de rotación; y móvil cuando tiene dos, uno de rotación y otro de traslación.

En la polea fija la potencia es igual á la resistencia.

En la polea móvil, la potencia es á la resistencia, como el radio de la polea es á la cuerda del arco que abraza el cordón. Cuando los extremos de la cuerda son paralelos, entonces el cordón abraza una media circunferencia y por consiguiente la cuerda es un diámetro, así es que su ley será en este caso particular; potencia es á resistencia como uno es á dos.

Torno es un cilindro que gira alrededor de su eje y que lleva una rueda expresa ó suplida que gira con él y cuyo centro se halla en el mismo eje.

En el torno la potencia es á la resistencia como el radio del cilindro es el radio de la rueda.

Plano inclinado, es todo el que forma con el horizonte un ángulo diferente de 90°.

En el plano inclinado se verifica: que potencia es á la resistencia como la altura es á la longitud del plano; y también que la potencia es á la resistencia como la altura es á la base.

La cuña está formada por dos planos inclinados en ángulo diedro.

En la cuña se verifica que la potencia es á la resistencia como la cabeza de la cuña es al duplo de su altura.

Tornillo, es un plano inclinado que apoyándose por su base sobre la superficie lateral de un cilindro, sube á lo largo de él formando una hélice.

En el tornillo se verifica, que la potencia es á la resistencia como el paso de la rosca es á la circunferencia descripta por la potencia.

Las máquinas simples se combinan de modo que la potencia de cada una sea la resistencia de la anterior.

En las máquinas compuestas se verifica que la razón de la potencia á la resistencia es igual á la razón inversa de los productos respectivos de los otros términos.

Se llaman aparejos ó motones la combinación de un sistema de poleas fijas y móviles. Puede efectuarse de varias maneras; 1.º Colocando varias poleas móviles y una fija, por la fija pasa el cordón que va á una móvil y de la armadura de esta sale otro cordón que pasa por otra móvil y así sucesivamente.

La ley de equilibrio en este caso es potencia es á resistencia como uno es al producto de las subtendentes de los arcos.

2.º Disponiendo varias poleas fijas en un mismo plano cuyos radios van disminuyendo para arrollar la cuerda alternando con otras tantas móviles de forma análoga situadas simétricamente con las primeras por la parte inferior, pero en el mismo plano.

La ley de equilibio es potencia es á resistencia como uno es al número de poleas.

3.º Disponiendo todas las poleas fijas sobre un eje y también las móviles colocadas por la parte inferior y todos del mismo diámetro. formando dos cilindros acanalados.

La ley de equilibio es la misma que en la anterior.

La 2.ª y 3.ª disposición reciben el nombre de trócula ó polipastos.

Ruedas dentadas. son tornos cuyo cilindro es estriado y cuya rueda lleva en su parte convexa unos dientes que engranan perfectamente en los huecos ó estrías de aquel. El cilindro recibe el nombre de piñón.

La ley de equilibrio es; potencia es á resistencia como el radio del piñón es al radio de la rueda.

Los engranajes son sistemas de ruedas dentadas.

La ley de equilibrio es: potencia es á resistencia como el producto de los radios de los cilindros es al producto de los radios de las ruedas.

Cuerda sin fin. es una cuerda, correa ó cadena unida por sus estremos: que abraza una porción de la superficie de dos ruedas ó tornos que se combinan.

La tensión ejercida por la cuerda tangente á las dos circunferencias y la rotación de la rueda mayor determinan el movimiento de la menor, siendo las velocidades inversamente proporcionales á los rádios.

El cric ó gato, consta de una barra dentada llamada cremallera, terminada en una horquilla, movida por el piñón de un torno cuyas estrías descansan en los dientes de aquella.

La ley de equilibrio es la misma de los engranajes.

La cabria es un torno destinado á elevar pesos; la cuerda que se arrolla en este pasa antes por una polea fija colocada en la parte superior.

La grua es una cabria en la que él torno ha sido remplazado por un engranaje.

El torno chino ó diferencial, consiste en dos cilindros que tienen sus ejes en la prolongación de una misma recta, y sus rádios se diferencian tan poco como se quiera, el peso va suspendido de una polea móvil, cuya garganta rodea la cuerda que por un lado se arrolla en la porcion del cilindro mayor y el otro en el menor.

La ley de equilibrio es potencia es á resistencia como la diferencia de los radios de los cilindros es al doble del que tiene el manubrio.

El tornillo sin fin, es la combinación de un torno con un tornillo; el movimiento rotatorio del tornillo se trasmite á una rueda dentada cuyos dientes engranan con el filete del primero.

La ley de equilibrio es; potencia es á resistencia, como el producto del rádio del cilindro del torno por el paso de rosca, es al producto del radio de la rueda por la circunferencia descripta al obrar la potencia sobre el manubrio ó la cabeza del tornillo.

Dinámica.

Movimiento, es el fenómeno en vitud del cual un cuerpo cambia de lugar en el espacio,

Reposo, es el estado de un cuerpo que ocupa invariablemente el mismo lugar en el espacio.

No existiendo el reposo absoluto en la naturaleza no pueden observarse nada más que movimientos relativos.

Velocidad es el espacio recorrido en la unidad de tiempo, para el movimiento uniforme.

La velocidad al cabo de un tiempo dado es la derivada del espacio considerado como una función del tiempo en el movimiento variado.

Velocidad angular, es la velocidad de un punto situado á la unidad de longitud del centro, en el movimiento de rotación.

Movimiento uniforme es aquel en que la velocidad es constante.

Movimiento variado es aquel en que la velocidad no es constante. Es acelerado cuando ella crece y retardado cuando decrece.

Movimiento uniformemente variado es aquel, en que la velocidad crece ó decrece de una manera constante. En el primer caso se llama acelerado y en el segundo retardado.

El espacio recorrido es proporcional al tiempo en el movimiento uniforme.

El espacio recorrido es proporcional al cuadrado del tiempo en el movimiento uniformemente acelerado.

La velocidad es proporcional al tiempo en el movimiento uniformemente acelerado.

Los espacios parciales, recorridos por un movil, con movimiento uniformemente acelerado son entre sí, como los números impares 1, 3, 5, 7, 9, etc.

Dos masas son iguales cuando sometidas á fuerzas constantes é iguales reciben aceleraciones iguales.

La reunión de 2, 3, 4, etc. masas iguales, producen una masa doble, triple, cuádruple etc.

Dos fuerzas constantes son entre sí como las masas á las cuales imprimen aceleraciones iguales.

Dos fuerzas constantes son entre si como las aceleraciones que imprimen á dos masas iguales.

Dos fuerzas iguales son entre sí como los productos de las masas por las aceleraciones que ellas imprimen.

Se llama cantidad de movimiento el producto de la masa por la velocidad.

Una fuerza constante tiene por medida la cantidad de movimiento que le corresponde, si se toma por unidad de fuerza constante la que imprime á la unidad de masa una aceleración igual á la unidad de longitud.

La unidad de fuerza es la dina.

La dina es la fuerza que actuando un segundo sobre un gramo, le comunica una velocidadad de un centímetro por segundo.

Para expresar los multiplos de la dina se emplean los prefijas mega ó megal que equivalen á mnltiplicar por un millon y para las submultiplas la prefija micro que equivale á millonésima.

Se llama en general trabajo la acción de producir un cambio de configuración en un sistema material, no obstante la oposición de una fuerza que resiste á este cambio.

Trabajo es el producto del efecto por el camino recorrido.

Se llama efecto útil, trabajo útil ó rendimiento de una máquina, la relación entre el trabajo del operador y el del motor.

Se llama efecto útil de un receptor, la relacion entre el trabajo que él trasmite y el de la fuerza motriz.

Energía es la facultad de realizar un trabajo.

Se llama fuerza viva de un cuerpo en movimiento al producto de su masa por el cuadrado de su velocidad.

El trabajo es mitad de la fuerza viva.

La unidad de trabajo es el kilográmetro.

El kilográmetro. es el trabajo que se necesita para elevar un kilógramo á un metro en un segundo.

La unidad de trabajo, es el trabajo ó esfuerzo desplegado por una dina sobre un trayecto de un centímetro, se representa por *erg*.

Un kilográmetro es igual á 97994800 *erg;* luego una *erg* $\frac{1}{97994800}$ de kilográmetro.

La unidad de energía es también el *erg* puesto que la energía se mide por el trabajo que representa.

El caballo de vapor es el trabajo equivalente á 75 kilográmetros.

La dinámia equivale á 1000 kilográmetros.

La dirección del movimiento varía al infinito. Los principales movimientos son rectilíneo, contínuo ó alternado, circular, elíptico, parabólico, helipsóidad etc.

Un movimiento puede ser trasformado en otro de dirección y velocidad diferentes por medio de máquinas ú órganos de trasmisión.

El movimiento circular es producido por dos fuerzas una llamada centrífuga y otra centrípeta.

Fuerza centrífuga es la que solicita al cuerpo alejarse del centro de la circunferencia, sobre la cual se mueve.

Fuerza centrípeta, es la que tiende á acercarse al centro.

La fuerza centrífuga en el movimiento circular es proporcional al cuadrado de la velocidad.

Es proporcional á la masa del móvil.

Está en razón inversa del círculo descripto.

Los cuerpos de la misma masa que describen durante el mismo tiempo circunferencias de diferentes radios, están sometidos á fuerzas centrífugas proporcionales á los radios de estas circunferencias.

El valor de la fuerza centrífuga se expresa en función de la velocidad, por la fórmula $N = \frac{m v^2}{r}$

El valor de la fuerza centrífuga se expresa en función del tiempo, por la fórmula: $N = \frac{4 \Pi r}{T^2}$

El móvil en el movimiento parabólico, describe una curva cuyos puntos equidistan de un punto dado llamado foco y de una recta dada llamada directriz.

Amplitud de la trayectoria és la distancia contada

desde el orígen á la intersección de la curva con el plano horizontal qus pasa por este punto.

Altura es la distancia del vértice al plano horizontal.

La altura del vértice es la misma que alcanzaría un cuerpo lanzado verticalmente con una velocidad igual al producto del valor de la velocidad oblícua por el seno de su inclinacion.

La máxima amplitud en el vacío corresponde á una inclinación de 45.° la cual queda reducida á 43.° ó 44.° por la resistencia del aire.

La amplitud máxima es igual al doble de la altura que corresponde á un grave disparado verticalmente con toda la velocidad de partida.

Choque.

Choque es la acción de un cuerpo animado de cierta velocidad actuando por presión sobre otro cuerpo para modificar, si es móvil, su estado de reposo ó de movimiento.

El choque es directo cuando los centros de gravedad de dos cuerpos siguen una misma recta normal á las superficies chocadas, los otros puntos se mueven paralelamente á esta recta.

Cuando dos masas elásticas animadas de velocidades diferentes chocan, se comprimen y deforman mútuamente hasta que su velocidad sea la misma.

Un cuerpo elástico que viene á chocar á otro de la misma naturaleza y masa y en estado de reposo; le comunica todo su movimiento y velocidad.

Un cuerpo elástico que viene á chocar á otro de la misma masa que se mueve en el mismo sentido que él, pero con una velocidad diferente, cambia su velocidad por la del otro cuerpo.

Un cuerpo elástico que viene á chocar á otro que tiene la mitad menos de su masa, puesto en reposo, pierde en provecho de este último los dos tercios de su velocidad.

Un cuerpo elástico que viene á chocar á otro de masa doble en reposo, le comunica dos tercios de su velocidad, y el se mueve en sentido contrario con el tercio de su velocidad inicial.

Un cuerpo elástico que viene á chocar á otro que tiene la mitad menos de masa, que se mueve en el mismo sentido, pierde un tercio de su velocidad, siendo la velocidad del cuerpo chocado aumentado en dos tercios de la del cuerpo que choca.

Dos cuerpos elásticos de la misma masa, animados de velocidades iguales vuelven en una dirección opuesta y con la misma velocidad después del choque.

Si sus velocidades son desiguales vuelven después de haberlas cambiado.

Si un cuerpo elástico viene á chocar á otro cuya masa sea máspequeña que la suya pero que él esté en reposo, le comunica una velocidad más grande si la trasmisión del movimiento tiene lugar por el intermedio de un tercer cuerpo igualmente en reposo y cuya masa sea menor que la del cuerpo que choca y más grande que la del cuerpo chocado, *(Ley de Huighens.)*

La velocidad imprimida por el cuerpo que choca, es la mayor posible, cuando la masa del cuerpo interpuesto entre él y el cuerpo chocado es media proporcional entre las masas de estos dos últimos, *(Ley de Huighens.)*

Si un cuerpo elástico viene á chocar á otros muchos de la misma masa en reposo, el cuerpo extremo solo se pone en movimiento tomando la velocidad del cuerpo que choca y los otros trasmiten el choque quedando en reposo. Si los dos primeros chocan, los dos últimos se ponen en movimiento y así sucesivamente,

Si un cuerpo elástico viene á chocar sobre un plano fijo siguiendo la normal, vuelve con su velocidad sobre la normal.

Si el choque es oblícuo, el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia.

El ángulo de incidencia y el de reflexión están en un mismo plano perpendicular al plano del choque.

4

Rozamiento.

El rozamiento propiamente dicho es la resistencia que encuentra un cuerpo al resbalar sobre una superficie.

El rozamiento para cuerpos blandos es mayor en el momento de la partida que durante el movimiento.

En ambos casos el frotamiento se halla en razón directa de la presión normal á la cara de contacto.

Es independiente del area de la superficie en que se apoya el cuerpo, suponiendo constante la presión, pero varía con su estado de pulimento, su naturaleza y la de los liquidos ú otras sustancias interpuestas.

En el rozamiento de los cuerpos que se mueven no influyen las velocidades inferiores á cuatro metros, disminuyendo sin embargo la resistencia cuando aumenta la velocidad, si se escede aquel límite.

Rodadura, es la resistencia que encuentra un cuerpo al girar sobre la superficie de otro.

La resistencia á la rodadura es directamente proporcional á la presión que sufre el cilindro.

Está en razón inversa del rádio.

Coeficiente de rodadura, es la razón entre la rodadura y la presión.

Los fluidos oponen resistencia al movimiento de los cuerpos.

La resistencia de los fluidos es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad.

Es proporcional al área de la seccion normal á la trayectoria que sigue el cuerpo.

Crece en razón directa de la densidad de los medios.

Rigidez de las cuerdas, es la dificultad que ofrecen para adaptarse á la superficie de los cuerpos.

La rigidez crece proporcionalmente á la tensión de la cuerda.

La resistencia debida á la rigidez total está en razón inversa del radio de la polea.

La rigidiez se representa por la fórmula $R = \frac{a + Q}{2 r}$ en la que R es la rigidez, Q la carga, r el radio del cilindro y a y b son dos coeficientes que varían para cada cuerda.

Relojería.

Relojería, es la aplicación de la mecánica á las máquinas que sirven para medir el tiempo.

El reloj es una máquina de dividir el tiempo. Hay cuatro grupos principales que son: reloj astronómico ó péndulo sideral, reloj de campana, cronómetro de la marina y reloj de bolsillo.

Los relojes propiamente dichos son movidos y regulados por la pesantez; el cronómetro y el reloj de bolsillo son movidos y regulados por la elasticidad de flexión.

Escape del reloj, es el órgano que determina que el movimiento del móvil sea uniforme.

Los principales escapes de reloj son: los escapes de áncora y cilindro. Los principales escapes de cronómetros son los de paletas, cilindro, vírgula, áncora repulsiva, tenedor, resorte, báscula, doble, triplex, de fuerza constante, de remolinos etc.

PESANTEZ Ó GRAVEDAD.

Caida de los cuerpos.

La materia atrae á la materia. Esta ley recibe el nombre de atracción universal.

Los planetas describen curvas planas y los rayos vectores partiendo del centro del sol describen áreas proporcionales á los tiempos. *(Ley de Kepler.)*

Las orbitas de los planetas son elípticas en las cuales el sol ocupa uno de los focos. *(Ley de Kepler.)*

Los cuadrados de los tiempos de revolución de los diversos planetas son proporcionales á los cubos de los grandes ejes de sus orbitas. *(Ley de Kepler.)*

Los cuerpos se atraen en razón directa de su masa é inversa del cuadrado de la distancia. *(Ley de Newtón.)*

La gravedad es la fuerza que solicita todos los cuerpos hacia el centro de la tierra. Es un caso particular de la atracción universal.

La velocidad de caida es independiente de la masa del cuerpo.

La velocidad de caida es independiente de la naturaleza del cuerpo.

Todos los cuerpos caen con la misma velocidad en el vacío.

Los espacios recorridos son proporcionales á los cuadrados de los tiempos empleados en recorrerlos. *(Ley de Galileo.)*

La velocidad adquirida es proporcional al tiempo.

Produciendo los cuerpos en su caida, un movimiento uniformemente acelerado, la gravedad es una fuerza aceleratriz constante.

La intensidad en la unidad de tiempo es en Madrid de 9,ᵐ79948.

La fuerza de atracción terrestre sobre un cuerpo que cae en el vacío es en Madrid igual á 979,948 dinas.

La dina es igual á $\frac{1}{979,9}$ g aproximadamente igual á 0,ᵍʳ001.

La intensidad de la gravedad varía en razón inversa del cuadrado de la distancia al centro de la tierra.

La gravedad dirije los cuerpos hacia al centro de la tierra, su dirección es la del rádio terrestre ó su prolongación. Es perpendicular á la superficie de un líquido en equilibrio.

La caida de un cuerpo lanzado verticalmente tiene por trayectoria una vertical que se confunde con la primera.

La caida de un cuerpo lanzado oblícuamente al horizonte tiene por trayectoria una parábola cuyo eje es vertical.

La velocidad de un móvil que desciende por un pla-

no inclinado es la misma al fin del descenso que la que hubiera adquirido cayendo verticalmente desde el punto más elevado al más bajo del plano.

Las velocidades adquiridas por un cuerpo durante la caida son proporcionales á los tiempos.

Los espacios recorridos son proporcionales á los cuadrados de los tiempos empleados en recorrerlos.

El valor de la aceleración de la gravedad en la superficie de la tierra es el doble del espacio recorrido por un cuerpo en la unidad de tiempo.

Cuando un cuerpo cae libremente desde cierta altura, su velocidad es proporcional á la raiz cuadrada del espacio recorrido y en cada momento está representada por la raiz cuadrada del doble producto de la aceleración por el espacio.

Centro de gravedad.

El centro de gravedad, es el punto de aplicación de la resultante de las fuerzas paralelas debidas á la gravedad actuando sobre cada molécula del cuerpo.

El equilibrio es el estado de reposo que resulta de la destrucción del efecto de la gravedad por la resistencia de un apoyo. Tiene lugar cuando la vertical que desciende del centro de gravedad pasa por el polígono de la base de sustentación.

El equilibrio es estable, inestable é indiferente.

El equilibrio es estable cuando el cuerpo colocado de una manera cualquiera resulta siempre por la sola acción de la gravedad en la posición en que el equilibrio tiene lugar.

El equilibrio es inestable ó instantáneo cuando no puede ser realizado más que por la sustentación sobre una base infinitamente pequeña de donde la gravedad le solicita á separarse cada vez más de la posición de equilibrio.

El equilibrio es indiferente cuando tiene lugar en todas las posiciones.

En los cuerpos con un eje horizontal fijo, el equili-

brio será estable cuando el centro de gravedad esté más bajo que el eje de suspensión; si está más alto indiferente; y si el centro de gravedad está en el mismo eje de suspensión es indiferente.

Si el cuerpo descansa sobre un plano, mientras más extensa sea la cara en que insiste y menos la altura del centro de gravedad mayor será la estabilidad del equilibrio.

El equilibrio será indiferente cuando no cambian en las diferentes posiciones que toma, ni la extensión de su base de apoyo, ni la altura de su centro de gravedad sobre el plano horizontal donde se sitúa.

Péndulo.

El péndulo simple ó ideal, es una molécula de materia suspendida á un punto fijo por medio de un hilo sin masa, ni peso, inextensible y perfectamente movible alrededor del punto de suspensión.

Las oscilaciones pequeñas del péndulo son isocronas (de *isos*, igual y *cronos*, tiempo). *(Ley de Galileo).*

La duración de las oscilaciones son proporcionales á las raices cuadradas de las longitudes de los péndulos.

La duración de las oscilaciones están en razón inversa de las intensidades de la gravedad.

Estas leyes se deducen de la fórmula $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$; en la que t representa el tiempo, l la longitud del péndulo y g la acción de la gravedad.

El plano de oscilación de un péndulo es invariable.

La desviación aparente del plano de oscilación el igual al movimiento de la tierra, en el mismo tiempo multiplicado por el seno de la latitud. *(Ley de Foucault).*

El péndulo que bate segundos en el vacío, tiene en Madrid una longitud de $0,^{m}992.881$.

Peso.

La masa es la cantidad de materia contenida en un cuerpo.

El peso absoluto de un cuerpo, es la resultante de las acciones de la gravedad sobre cada una de sus moléculas. Se traduce por la presión que él ejerce sobre el obstáculo que le impide caer.

El peso relativo de un cuerpo es la referencia de su peso absoluto á otro peso absoluto determinado, tomado por unidad.

La unidad de peso es el gramo en el sistema métrico. El gramo es el peso absoluto de un centímetro cúbico de agua destilada, á la temperatura de 4° centígrados sobre cero.

El peso específico de un cuerpo, es la relación de su peso bajo un cierto volúmen á cero con otro igual volúmen de agua pura, á la temperatura de 4° sobre cero.

La densidad de un cuerpo, es la masa comprendida bajo la unidad de volúmen.

La masa de un cuerpo es proporcional al peso absoluto y al volúmen.

La masa es proporcional á la densidad en igualdad de volúmenes.

La densidad de una misma masa está en razón inversa de su volúmen.

El peso es proporcional al volúmen.

El peso es proporcional al peso específico en igualdad de volúmenes.

El peso específico está en razón inversa del volúmen en igualdad de peso.

Balanza, es todo instrumento destinado á determinar el peso relativo de los cuerpos. Consta de una palanca de primer género de brazos iguales.

Las condiciones de precisión de una balanza son: 1.° Los brazos de la balanza han de ser exactamente iguales en longitud y peso; 2.° El centro de gravedad de la cruz cuando se halla horizontal, debe encontrarse

en la vertical que pasa por la arista de la cuchilla de suspensión ó punto de apoyo; 3.°. El centro de gravedad ha de hallarse debajo del punto de supensión.

Las condiciones de sensibilidad son: 1.°. Que los brazos de la palanca sean largos; 2.°. La cruz debe ser ligera y los platillos cargarse poco; 3.°. El rozamiento en el punto de apoyo de la cuchilla y en los puntos de suspensión de los platillos, debe ser el menor posible.

La romana es una palanca de primer género de brazos desiguales; la potencia y el brazo de la resistencia son constantes y varían la resistencia ó peso que se busca y el brazo de la potencia.

Básculas ó puentes para pesar; son sistemas de palancas que obran como si constituyeran una sola de primer género con los brazos desiguales é invariables.

Elasticidad.

La elasticidad, propiedad general de la materia, se ha considerado como una fuerza.

Cuerpos isótropos, son los que ofrecen igual elasticidad en todos sentidos.

Cuerpos anisótropos, son aquellos cuyo modo de agregación molecular es diferente, según la dirección en que se les mire.

En los cuerpos sólidos, los hilos tienen una elasticidad de tracción ó tensión perfecta, es decir, que recobran exactamente su longitud primitiva, tan pronto como la tracción cesa.

Si se comprime una barra en el sentido de su longitud por ambos extremos se acorta una cantidad idéntica á la que se alargaría haciéndola sufrir una tracción igual á dicha compresión. *(Werteheim).*

La prolongación de la varilla ó hilo es proporcional á la fuerza de tracción y á la longitud para una misma sustancia y un mismo diámetro.

Las prolongaciones están en razón inversa de los

cuadrados de los diámetros para hilos de la misma longitud y materia.

Cada sustancia en igualdad de condiciones, posee una desigual facilidad para comprimirse ó alargarse, que se presta al establecimiento de un coeficiente numérico, propio y característico de cada sólido.

Se llama coeficiente de comprensibilidad lineal la variación l de longitud en el caso de que los elementos geométricos L longitud de la varilla) y S (su sección) sean iguales á la unidad y el peso P sea uno.

La variación de longitud se representa por $l = E \frac{P L}{S}$ de donde $\frac{l}{E L} = \frac{P}{S}$ ó bien $\frac{P}{S} = \frac{1}{E} \times \frac{l}{P}$ representando $\frac{P}{S} = f$ y $\frac{l}{L} = a$ se tiene $f = \frac{1}{E} a$. La constante F se llama coeficiente de comprensibilidad lineal.

La constante $\frac{1}{E}$ inversa de la anterior se llama coeficiente de elasticidad y es el peso ó fuerza tensora f que obra sobre la unidad de sección de un alambre, cuando $a = 1$ ó bien $l = L$, esto es en el caso en que el alambre duplique su longitud.

Se toma en estos casos el metro como unidad de longitud, el kilógramo como unidad de peso y el milímetro cuadrado como unidad de sección.

Coeficiente de elasticidad es la prolongación de una varilla cuya longitud sea igual á la unidad sometida á la fuerza tensora de un peso igual al suyo propio. *(Definición fundada en la esperiencia.)*

Si un cuerpo se estira su volúmen se aumenta; según *Poisson* la prolongación de la unidad de longitud es numéricamente igual al doble del aumento de la unidad de volumen y según *Wertheim* que lo es al triplo.

Los cambios de volúmen son como los de longitud proporcionales á las cargas *(Ley de Werheim).*

La variaciones de la unidad de sección de una barra estirada por sus dos extremos es $^2/_3$ de la variación por uni-

dad de longitud, ó la variación del diámetro es el tercio, *(Ley de Wertheim.)*

Las variaciones de la unidad de volumen son $^1/_3$ de las variaciones de la unidad de longitud. *(Ley de Wertheim.)*

Si el esfuerzo se ejerce sobre todos los puntos de la superficie, el alargamiento no es sino $^1/_3$ de lo que sería si el esfuerzo se hiciera en los extremos. *(Ley de Wertheim.)*

La variación de la unidad de volúmen de una masa oprimida por todos los puntos de su superficie es igual á la variación de la unidad de longitud de una barra estirada solamente en sentido de su longitud. *(Ley de Wertheim.)*

Si ejerciéndose el esfuerzo solo en los extremos se impidiera por algún medio el cambio de diámetro, la variación de longitud, sería solo $^1/_3$ de lo correspondiente al caso de poder cambiar de diámetro. *(Ley de Wertheim.)*

En las barras y las láminas, la elasticidad de flexión produce un cambio en la estremidad de la barra proporcional á la carga.

Se llama flecha de sección el cambio de posición del estremo de la barra.

La carga que produce un doblez es proporcional á la longitud de la barra.

La carga es proporcional al cubo del espesor.

La carga está en razón inversa del cubo de la longitud.

En igualdad de circunstancias las barras de diferentes cuerpos se doblan desigualmente ó tienen un coeficiente especial de flexión relacionado con el ordinario de elasticidad.

La elasticidad de torsión en los hilos produce oscilaciones sensiblemente isócronas.

El ángulo de torsión es proporcional á la longitud de los hilos para una misma fuerza de torsión é hilos de un mismo diámetro.

El ángulo de torsión es inversamente proporcional á la cuartapotencia de los diámetros para una misma fuerza y una misma longitud de el hilo. *(Ley de Coulomb.)*

El coeficiente de elasticidad de torsión es igual á $^{3}/_{8}$ del coeficiente ordinario de elasticidad. *(Wertheim)*

Se llama elasticidad residual, el fenómeno que se verifica cuando un alambre se retuerce, que no vuelve inmediatamente á su posición definitiva, de equilibrio. *(Weber.)*

La tenacidad, es la resistencia que oponen los cuerpos á la tracción.

La tenacidad es una fuerza que sirve para medir la fuerza de tracción que produce la ruptura.

La fuerza que produce la ruptura es directamente proporcional á la sección transversal de los hilos ó prismas.

Es independiente de su longitud.

La resistencia relativa, es la resistencia que una barra opone á la ruptura por flexión.

La fuerza necesaria para producir la ruptura está en razón inversa de la longitud de la barra.

Cuando la sección de la barra es un rectángulo, donde uno de los lados tomado por anchura es perpendicular á la dirección de la fuerza, esta fuerza es proporcional á la anchura.

A igualdad de sección es más resistente una barra cilíndrica que una prismática.

A igualdad de sección es más resistente una barra hueca que una maciza. *(Ley de Galileo.)*

La fuerza necesaria para romper una barra es proporcional al cuadrado de su espesor.

Resistencia transversa es la que los cuerpos ofrecen cuando se les somete á una fuerza que obra en el mismo plano en que se va á verificar la ruptura, y cuyo efecto es hacer resbalar una porción de cuerpo sobre otra.

Propagación de las deformaciones.

Amplitud de la vibración, es el espacio comprendido entre dos posiciones extremas de una molécula.

Vibración es la oscilación molecular.

Vibración completa: es su movimiento hasta que vuelve al punto de donde partió; comprende una ida y una vuelta.

Media oscilación, es solo una ida ó una vuelta.

Cuarta parte de oscilación, es el movimiento entre las posiciones extremas y la de equilibrio.

Se llama longitud de la ondulación, la distancia entre dos moléculas de la fila que se encuentran en la misma fase de su vibración.

Se llama condensación ú onda condensada, el grupo de moléculas que están realizando una misma media vibración; y dilatación ú onda dilatada, al conjunto de las que verifican la segunda media vibración.

La condensación y dilatación juntas componen una ondulación, ó zona ó grupo de moléculas que en un mismo instante ofrecen todas las fases de una vibración completa estando cada molécula en una distinta.

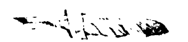
Las vibraciones pueden ser longitudinales y transversales, según que se verifiquen paralela ó perpendicularmente á la recta según la cual se verifica el movimiento.

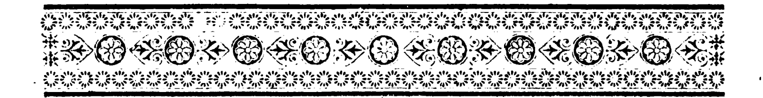
En las vibraciones transversales solo hay elevaciones correspondientes á las moléculas que realizan la primera media vibración y depresiones producidas por las que están verificando la segunda.

La duración de la vibración permanece constante aunque varíe la amplitud.

La duración de la vibración es proporcional á la raiz cuadrada de la masa de la molécula que oscila y está en razón inversa de la raiz cuadrada de la fuerza aceleratriz que solicita constantemente á dicha masa para volver á la posición de equilibrio.

La velocidad de propagación del movimiento vibratorio es constante en cada sustancia.





FORMAS FÍSICAS

DE LA MATERIA.

Estado sólido.

Los cuerpos sólidos tienen forma ó configuración exterior y estructura ó configuración interior propias.

Se llama forma, la manera como termina la superficie de un cuerpo sólido: y como esta terminación puede ser regular unas veces y otras irregular, de aquí la división de las formas en regulares é irregulares.

Se llama cristal (*cristatos*, frio, helado ó congelado), todo cuerpo que afecte una forma simétrica y regular y cuyas caras pueden estar representadas por figuras geométricas. Cristalización, es la propiedad que tienen algunos cuerpos de afectar formas poliédricas determinadas, cuando las moléculas tienen libertad de moverse y obedecer á las fuerzas que sobre ellas actúan.

La cristalografía, tiene por objeto el estudio detenido de las formas cristalinas que pueden afectar las especies químicas, ya sean naturales, ya artificiales.

La variedad inmensa de formas cristalinas que la ob-

servación acusa, puede considerarse derivada de un reducido número de tipos en atención á que en un cristal: una arista ó un ángulo sólido puede ser remplazado por una nueva cara que se llama de *truncadura*, ó bien una arista ser sustituida por dos caras paralelas á la misma ó sea por un *bisel;* ó un ángulo sólido ser remplazado por otro de igual ó de mitad número de caras, llamándose en este caso *apuntamiento*.

Se llama centro del cristal, un punto que divide en dos partes iguales toda recta que pasa por él y termina en la superficie.

Se llaman ejes las rectas al rededor de las cuales las caras están dispuestas simétricamente, cuando alguno de los ejes es único ó no tiene otro análogo en el cristal, se denomina eje principal y los restantes ejes secundarios.

Formas simples, son las que están terminadas por caras iguales; y compuestas las que presentan caras de especies diferentes.

Sistemas cristalinos son el número de tipos cristalinos á que pueden reducirse las diversas formas que afectan los cristales.

Los sistemas cristalinos son:

1.° Sistema cúbico, regular ó teseral.

2.° Sistema cuadrático, tetragonal ó prismático recto de base cuadrada.

3.° Sistema rombico ó prismático recto de base rectangular.

4.° Sistema exagonal ó romboédrico.

5.° Sistema monoclínico ó prismático oblícuo de baromba.

6.° Sistema triclínico ó prismático oblícuo de base romboidad.

Para todos los sistemas excepto el exagonal, se admiten tres ejes y por eso se llaman trimétricos; y para el exagonal ó romboédrico se admiten cuatro y de ahí el llamarle tetramétrico.

Los ejes de los sistemas trimétricos, se pueden cortar

en ángulo: recto ó agudo. en el primer caso se llaman ortogonales y en el 2° se llaman clinoédricos; pertenecen al primero. el cúbico. cuadrático y rómbico; y al segundo el monoclínico y triclínico.

El sexto sistema se llama asymétrico porque no comprende ningún plano de simetría y el quinto monosimétrico por tener un plano de simetría, los demás tienen tres. excepto el cuarto que tiene cuatro.

El sistema regular ó cúbico, que tiene en todas direcciones la misma homogeneidad que los cuerpos amorfos. presenta como estos la refracción sencilla, los demás la refracción doble, siendo de un solo eje de refracción sencilla, el cuadrático y exagonal que se llaman uniáxicos, ó de dos como el rómbico, monoclínico y triclínico que se llaman biáxicos.

Se llama parámetro la distancia al centro del cristal de los puntos de intersección de sus caras con los ejes del mismo.

Las formas cristalinas se designan mediante la notacion paramétrica. sirviendo los ejes del cristal de coordenadas.

Las formas derivadas del primer sistema, cuya fórmula general se representa por $a : ma : na$ son:

1.° Octaedro, su relación paramétrica es $a : a : a$ ó mejor o.

2.° Cubo ó exaedro, su relación paramétrica es $a : \infty a : \infty a$ ó por $\infty o \infty$.

3.° Dodecaedro romboidal. su relacián paramétrica es $a : a : \infty a$ ó ∞o.

4.° Triakisoctaedro ú octotriedro. sólido de veinte y cuatro caras, su relación paramétrica es $a : a : ma$. El coeficiente m puede tener diversos valores y á ellos corresponden otros tantos octotriedros.

5.° Icositetraedro ó trapezoedro, sólido de veinte y cuatro caras y cuya relación paramétrica es de $a : ma : ma$. El coeficiente m puede tener diversos valores y á ellos corresponden otros tantos cristales.

6.° Tetrakisexaedro ó exatetraedro ó cubo pirami-

dado; su relación paramétrica es *a : ma : ∞ a*. El coeficiente *m* puede tener diversos valores.

7.º Exaoctaedro, sólido de cuarenta y ocho caras y cuya relación paramétrica es *a : ma : na*.

Algunas de estas formas se hallan á veces reunidas originando asociaciones, como sucede también en los demás sistemas.

En el segundo sistema, se considera como forma primitiva, llamándose así la que permite úna derivación más sencilla de todas las demás, al octaedro de base cuadrada cuya relación paramétrica es *a : a : c* ó brevemente *P*.

Cuando *c* < *a* los octaedros son obtusos y agudos en el caso contrario.

En estos octaedros los extremos de los ejes concurren á los ángulos del cristal y reciben el nombre de principales; para diferenciarles de otros en que los ejes concurren á la mitad de las caras que son paralelas á un eje secundario; y éstos cuya relación paramétrica es *a : ∞ a : c* se llaman de segundo orden.

Cuando las caras laterales del octaedro primitivo, se hacen paralelos al eje principal resultan dos prismas de base cuadrada; cuya relación paramétrica, se expresa por *a : a : ∞ c*, para el de primer orden y *a : ∞ a : ∞ c* para el de segundo orden.

En el tercer sistema como los tres ejes son desiguales, puede tomarse como principal cualquiera de ellos, distinguiéndose los otros dos secundarios con los nombres de braquidiagonal, el más corto y macrodiagonal el más largo.

La forma fundamental es el octaedro de base rómbica ó doble pirámide. Su relación paramétrica es *a : b : c* ó *P*. De esta forma pueden resultar otras dobles pirámides secundarias, que se representan colocando sobre la letra *P* los signos — ó ⌣, según que haya variado la macro ó la braquidiagonal. La variación de este cambio se expresa con un número detrás de *P* y la del eje principal delante.

Las caras de este sistema pueden ser paralelas en la dirección de cualquier eje dando lugar á los prismas rómbicos y que se representan por ∞P, $\infty \bar{P}$ é $\infty \breve{P}$, según que el paralelismo de las caras se refiera al eje principal ó á los secundarios macro y braquidiagonal.

En el cuarto sistema la forma tipo es la de una doble pirámide exagonal, cuya relación paramétrica es $a : a : \infty a : c$ ó P.

Si el eje principal es más largo que los secundarios las pirámides serán agudas y obtusas en el caso opuesto.

Si el eje principal se supone prolongado hasta el infinito, las caras de la pirámide primitiva tendrán por fórmula ∞P y resultará un prisma exagonal.

En el quinto sistema los ejes son desiguales y uno de ellos normal á los otros dos que se cortan en ángulo oblícuo. El eje perpendicular es a y el ángulo oblícuo de los otros dos se denomina B. Por lo común se forman los cristales en la dirección de uno de estos ejes y el c se elige como principal y á los a y b se les designa con los nombres de orto y clinodiagonal respectivamente.

Su forma fundamental es una doble pirámide cuyas caras son triángulos desiguales que se representan por $+ P$ y $- P$.

Por consideraciones análogas á las hechas en los sistemas anteriores, corresponden también á éste, prismas representados por ∞P.

Muchas de las formas posibles en el 6.º sistema, se corresponden con las del rómbico y la colocación de sus cristales es puramente convencional.

Para cada sustancia en el sexto sistema hay una especial relación de ejes y de ángulos.

Partes de un cristal de la misma especie se modifican á la vez y de la misma manera. Partes de diversa especie se modifican aislada ó distintamente. *(Ley de simetría de Haüy)*

Al modificarse con arreglo á la ley de simetría las partes de un cristal, á medida que varían los parámetros de sus caras, puede ser el cambio total y reducido

solo á la mitad ó al cuarto de las modificaciones posibles, llamándose las primeras holoédricas y á las segundas hemiédricas ó tetartoédricas.

Las formas hemiédricas de un cristal como las completas pueden encontrarse reunidas en un mismo cristal.

Toda cara que no tiene otra paralela correspondiente, situada al otro lado del centro de figura es una cara hemiédrica.

Las formas hemiédricas más notables son en el primer sistema el tetraedro y dodecaedro pentagonal; en el segundo, los esfenoides tetragonales, y en el cuarto, los escalenoedros.

Se llaman sustancias isomorfas, las que teniendo composición química análoga y la misma forma cristalina pueden cristalizar juntas en la mezcla de sus disoluciones dando orígen á cristales homogéneos.

Se llama dimorfismo la propiedad que tienen ciertas sustancias de afectar dos formas cristalinas.

Se llama polimorfismo. la propiedad que tienen ciertas sustancias de afectar más de dos formas incompatibles.

Tanto el dimorfismo como el polimorfismo. son debidos á una agregación distinta de las moléculas en la partícula física cristalina.

La determinación de los parámetros exije en cada sistema cristalino la medida de un número especial de diedros:

1 para el sistema hexagonal y tetragonal.

2 para el sistema rómbico.

3 para el sistema monoclínico.

5 para el sistema asymétrico.

Goniómetros, de *gonos*, ángulo y *metron*, medida, son los instrumentos destinados á medir el ángulo diedro de los cristales.

El ángulo diedro tiene por medida el ángulo plano correspondiente, esto es, el constituido por dos perpendiculares á la arista en un mismo punto y cada una de ellas en su respectivo plano.

Los goniómetros se dividen en goniómetros de aplicación y de reflexión; según que el valor del ángulo se mida por la simple sobreposicion del aparato á las caras del cristal ó bien estén fundados en las leyes de la reflexión de la luz.

Las condiciones que los cuerpos necesitan para cristalizar. son libertad de las moléculas que constituyen.la masa del cuerpo, espacio, tiempo y reposo.

La forma fluida que deben tener los cuerpos para cristalizar se consigue por la vía seca, por fusión ó sublimación; y por la vía húmeda, por disolución.

Por fusión consiste en calentar el cuerpo hasta que pase del estado sólido al líquido y dejar á este enfriar lentamente.

Por sublimación, consiste en pasar el cuerpo del estado sólido al gaseoso y su condensación inmediata bajo la primera forma.

La sublimación puede ser directa é indirecta; directa cuando el cuerpo pasa del estado sólido al líquido, sin el intermedio de otro alguno y de éste al primero; é indirecta ó cuando el cuerpo no puede pasar al estado gaseoso sinó cuando se le calienta á una temperatura muy elevada en la corriente de un gás, ó cuando el cuerpo se separa de una combinación gaseosa de la que forma parte, por efecto de su destrucción, uno cualquiera de sus elementos capaz de afectar la forma sólida.

Por disolución, consiste en disolver el cuerpo en un líquido y después sustraer parte del disolvente por medio del calor ó dejándole enfriar después de haber sido disuelto el cuerpo á una temperatura más elevada.

Teniendo en cuenta no solo las causas productoras, si no la forma ó configuración exterior, se dividen las formas irregulares en: 1.° cristales simples alterados; 2.° agrupamientos irregulares de cristales; 3.° concreciones; 4.° pseudomorfosis ó formas heterogéneas; 5.° formas pseudo-cristalinas. *(Clasificación de Delafosse.)*

Obliteraciones son las modificaciones que en sus caras presentan los cristales simples; así ciertos cubos de

sal común se ensanchan en sentido dado y forman verdaderos paralelepípedos y otras veces se observan prismas alargados extraordinariamente y con un diámetro muy corto y constituyen así las formas llamadas bacilares, fibrosas y aciculares. Otras veces se ve en los prismas modificaciones distintas de la anterior ensanchándose en diámetro y disminuyendo considerablemente su altura y forman las láminas y tablas. Las curvaturas de las caras del diamante y las estrías longitudinales que existen en los cristales de topacio, son tambien ejemplo de obliteraciones.

Macla es la penetración ó inserción de dos ó más cristales, ofreciendo casi siempre la particularidad de presentar ángulos entrantes. Se dividen en hemitrópias y maclas cruciformes ó circulares.

En el agrupamiento irregular de cristales se comprenden todas aquellas formas que se parecen á cuerpos comunes y conocidos, por lo cual se les ha llamado imitativas. Entre ellas podemos citar las reniformes, globulosas, mamelonadas, redondeadas, etc., Las dentritas ó arborizaciones, las formas coraloideas etc.

Concreciones, son las configuraciones de una masa terminadas por superficies redondeadas, y constituida por capas superpuestas al rededor de un centro ó de un eje: tales son las estalactitas, estalagmitas, pisolitas, cantos rodados, etc.

Formas heterogéneas, son las formas que afectan muchos, cuerpos tomadas ó prestadas de otros, pudiendo ser éstos orgánicos ó inorgánicos.

Estas son debidas: 1.° á la infiltración de materias extrañas y blandas: 2.° á la incrustación; 3.° al moldeado; 4.° á la epigenia mineral ó inorgánica; y 5.° á la epigenia orgánica. *(Beudant y Delafosse)*

Las formas pseudo cristalinas ó falsos cristales: son como su nombre indica cuerpos que parecen verdaderos cristales, bien por su aspecto cristalino ó porque tienen aparentemente formas prismáticas ó piramidales, pero

que en realidad no lo son; tales son las formas filamentosas.

Se llama estructura la forma interior que presentan los minerales y que se pone de manifiesto por la fractura.

Se divide la estructura en regular é irregular, según que las molécula del mineral estén reunidas constituyendo poliedros, ó por el contrario masas amorfas, recibiendo diversos nombres según los cuerpos ó formas á que se asemeja.

La ductilidad es la propiedad en virtud de la cual los cuerpos pueden estirarse en hilos delgados.

Maleabilidad es la propiedad en virtud de la cual los cuerpos pueden ser extendidos en láminas delgadas.

Dureza es la mayor ó menor resistencia que oponen los cuerpos á ser rayados.

La escala relativa de dureza de *Mohs,* es la siguiente:

No rayan al vidrio y se dejan rayar más ó menos fácilmente por una punta de acero	1.—Talco laminar. 2.—Yeso cristalizado. 3.—Caliza romboédrica. 4.—Espato fluor octaédrico. 5.—Fosforita compacta. 6.—Feldespato ortosa.
Rayan al vidrio y no se dejan rayar. . . .	7.—Cuarzo cristalizado trasparente. 8.—Topacio del Brasil. 9.—Corindon trasparente. 10.—Diamante.

Fragilidad es la mayor ó menor resistencia que los cuerpos oponen á ser divididos por el choque.

El temple es la propiedad en virtud de la cual los cuerpos pueden adquirir mayor dureza por un enfriamiento brusco.

Cuando un sólido se deforma bajo la influencia de acciones exteriores, esta deformación puede ser considerada como el derramamiento que tiene lugar en la masa

misma del sólido á partir de los puntos los más oprimidos y en la dirección donde los obstáculos. á este derramamiento son los menores. *(Ley de M. Tresça).*

En el caso más sencillo el de una abertura practicada en la base de la envoltura rígida, las moléculas están animadas de dos movimientos, el uno paralelo al eje del surtidor, el otro perpendicnlar á este mismo eje, lo cual esplica el movimiento de torsión que manifiestan aparentemente al esterior las venas sólidas ó fluidas. cuyo equilibrio inestable puede ser perturbado por la menor diferencia de presión ó de velocidad.

En todos los casos sin escepción las caras planas de las placas primitivas. tienden hácia el centro á formar superficies de revolución casi cilíndricas y terminando por un casquete que vuelve su convexidad hácia la estremidad de este surtidor. *(M. Tresca).*

Todas las moléculas primitivas del montón vienen á colocarse cada una en el surtidor. lo mismo que lo harían las moléculas de un líquido que saliera por el borde del orificio. *(M. Tresca).*

Los espesores de los casquetes que terminan las placas en el surtidor van aumentando á partir de su extremidad. (*M. Tresca).*

En la parte donde los tubos han tomado una forma casi cilíndrica, el espesor de este tubo es tal que su sección difiere muy poco de la que representaría la sección del tubo dividido por el número de placas. (*M. Tresca*).

Cuando por la salida del sólido, el espesor del montón ha descendido por cima de cierto límite, el surtidor se hace cóncavo y se contrae, presentando los mismos fenómenos que en el derramamiento de los líquidos. (*M. Tresca.*)

Estado líquido.

HIDROSTÁTICA.

PRESIONES.

La hidrostática es la ciencia de las leyes del equilibrio de los líquidos bajo la acción de la gravedad y de las presiones que ejercen sobre las superficies de los vasos que los contienen. Se deriva de *idros,* agua y *estate,* fijo, estable.

La presión en un punto de la masa líquida, es el esfuerzo producido por la unidad de superficie, que soportase en un solo punto de fuera á dentro, un elemento infinitamente pequeño de la superficie de un cuerpo que estuviera sumergido; esfuerzo al cual esta superficie debe resistir para estar en equilibrio.

La presión ejercida en un punto cualquiera de una masa líquida se trasmite en todas direcciones y es proporcional á las superficies que la reciben. *(Principio de Pascal.)*

La presión total que soporta una superficie es proporcional á su área.

La presión es normal á la superficie.

El centro de presión es el punto de aplicación de la resultante de las presiones.

Vaso es la envoltura sólida que contiene un líquido.

La presión de un líquido sobre el fondo horizontal de un vaso es igual al peso de una columna de este líquido, teniendo por base el fondo del vaso y por altura la profundidad del líquido, sin distinción de formas en cuanto á los vasos. (*Paradoja hidrostática de Pascal.*)

La presión de un líquido sobre una porción plana de la pared lateral de un vaso, es igual al peso de una columna de este líquido, cuya base es la superficie expresada y la altura la distancia vertical de su centro de gravedad al nivel del líquido.

La presión de abajo arriba sobre una pared hori-

zontal es igual al peso de una columna líquida, cuya base es la superficie expresada y la altura la distancia vertical que separa el centro de gravedad de esta superficie del nivel del líquido.

La presión sobre cada capa es proporcional á la profundidad.

La presión es proporcional á la densidad en líquidos diferentes á la misma profundidad.

La presión es la misma sobre todos los puntos de una misma capa horizontal.

El empuje es la reacción de la presión de las capas superiores sobre las inferiores.

Equilibrio.

El equilibrio de un líquido en un solo vaso tiene lugar: 1.° Cuando su superficie libre en cada punto es perpendicular á la dirección de la resultante de las fuerzas paralelas que solicitan las moléculas del líquido; y 2.° Una molécula interior cualquiera experimenta en todos sentidos presiones iguales y contrarias.

La superficie de un líquido en equilibrio es un plano horizontal.

El equilibrio de líquidos diferentes no es estable, cuando no pueden mezclarse.

El equilibrio de líquidos diferentes tiene lugar en un solo vaso, cuando cada líquido está en las condiciones de equilibrio, de un líquido único en un vaso único, y cuando la superposición por orden de densidades, creciendo de arriba á abajo, está efectuada.

El equilibrio de dos líquidos heterogéneos en dos vasos comunicantes, tiene lugar cuando cada líquido está en las condiciones de equilibrio de un líquido único en un vaso único y cuando las alturas de las columnas líquidas que se equilibran están en razón inversa de las densidades de los dos líquidos.

El equilibrio de muchos líquidos heterogéneos en muchos vasos comunicantes, tiene lugar, cuando cada líqui-

do está en las condiciones de equilibrio de un líquido único en un solo vaso; y cuando una capa cualquiera en el tubo de comunicación. soporta presiones iguales y contrarias.

Un cuerpo sumergido en un líquido ó flotando en su superficie. pierde una parte de su peso igual al peso del volúmen de líquido que desaloja. (*Principio de Arquimedes*).

Un cuerpo flotante está en equilibrio cuando el peso del líquido que desaloja es igual al suyo propio y el centro de presión y el centro de gravedad están situados sobre una misma vertical.

El equilibrio es estable, cuando el centro de gravedad está por bajo del centro de presión. inestable en el caso contrario. é indiferente cuando los dos centros coinciden.

Metacentro es el punto de encuentro de la vertical que pasa por el nuevo centro de presión cuando el cuerpo está inclinado, con la recta trazada por los centros de gravedad y presión cuando está en equilibrio.

Mezcla de los líquidos.

La adhesión entre líquidos desemejantes es perfecta.

Los fenómenos que se observan en la especie de lucha que se empeña entre las fuerzas de cohesión y de adhesión en los líquidos se han llamado figuras de cohesión.

Cada líquido puesto en contacto de otro tiene una figura particular que puede servir para distinguirle de los demás.

Estas figuras son más ó menos permanentes, según que el líquido sea menos ó más soluble en el agua.

Difusión es la mezcla espontánea de dos líquidos de naturaleza ó de concentración diferentes y sin acción química el uno sobre el otro.

La difusibilidad en la unidad de tiempo varía con los líquidos.

La difusibilidad es proporcional á la cantidad de sal en disolución, para una misma sal. Aumenta con la temperatura.

Dos líquidos disigualmente defusibles y sin acción química entre sí, colocados de modo que puedan difundirse, se separan en parte, siendo el más difusible el primero en separarse.

Osmosis es la difusión entre dos líquidos separados por una membrana orgánica ó por un diafragma inorgánico poroso. Se deriva de *osmosis* empuje ó impulsión.

La endosmosis, del griego *endos*, dentro y *osmosis*, impulsión; tiene lugar para el líquido cuyo volúmen aumenta y es la corriente que va del líquido menos denso al más denso. La exosmosis, del griego *es*, fuera y *osmosis*, impulsión, tiene lugar para aquel cuyo volúmen disminuye; y es la corriente que va del más denso al menos denso.

La endosmosis no tiene lugar más que cuando los líquidos son heterogéneos y susceptibles de mezclarse, si la densidad es diferente y el tabique que les separa permeable al menos para uno de ellos.

Diálisis es la separación de las sustancias por difusión á través de un diafragma.

Los cuerpos con relación á la diálisis se dividen en cristaloides y coloides, los primeros cristalizan y los segundos son los líquidos espesos que no cristalizan: los primeros se difunden rápidamente y los segundos forman disoluciones viscosas y lo verifican con dificultad. (*Graham*).

La imbibición es la penetración de un líquido en un cuerpo poroso.

Capilaridad.

Las fuerzas capilares se oponen á que el nivel de los líquidos, su equilibrio y sus movimientos sigan las leyes de la hidrostática: cuando están encerrados en espacios pequeños ó en la proximidad de una pared.

El nivel del líquido bajo la acción de la fuerza capilar deja de ser plano y toma la forma de un menisco cóncavo ó convexo.

Un líquido que moja la pared afecta la forma de un menisco cóncavo.

Dos láminas paralelas aproximadas, afecta entre ellas el líquido la forma de un menisco cóncavo por encima del nivel general. cuando son mojadas por el líquido.

Un líquido que no moja la pared afecta la forma de un menisco convexo.

Dos láminas paralelas aproximadas, afecta entre ellas el líquido la forma de un menisco convexo, que está por bajo del nivel general. cuando no son mojadas por el líquido.

La elevación varía con la naturaleza del líquido y con la temperatura, pero es independiente de la materia del tubo y del espesor de sus paredes.

En los tubos cilíndricos las alturas para un mismo líquido están en razón inversa de los diámetros de los tubos. (*Ley de Jurin*).

La altura de un líquido entre dos láminas verticales paralelas, es mitad de la altura de un mismo líquido en un tubo cilíndrico teniendo por diámetro la distancia de estas láminas.

Las alturas entre dos láminas están en razón inversa de sus distancias.

La depresión varía con la naturaleza de los tubos.

La depresión está en razón inversa del diámetro de los tubos.

La superficie de un líquido entre dos láminas que se cruzan es una rama de hipérbola equilátera cuyas asintotas son los lados de las láminas.

Un cuerpo es mojado por un líquido cuando la cohesión en el líquido es más pequeña que el doble de la cohesión entre el líquido y el sólido. (*Ley de Clairaut*).

Hidrodinámica.

La hidrodinámica es la ciencia que trata de las leyes que rigen el movimiento de los líquidos. Se deriva de *idros*, agua, *dinamos*, movimiento.

La molécula líquida que sale de un orificio hecho en pared delgada tiene la misma velocidad que si hubiese caido libremente en el vacío desde el nivel del líquido al centro de figura del orificio. (*Teorema de Torricelli*).

Este teorema supone que la presión ejercida en el orificio es igual á la ejercida sobre la superficie superior del líquido. Si la presión es mayor en la superficie que en el orificio, se busca la altura que debe darse al líquido que sale para producir una presión igual á su diferencia, y se aumenta de esta cantidad la altura sobre el orificio. Se opera de un modo análogo cuando la presión es menor en la superficie que en el orificio.

La naturaleza del líquido no tiene influencia en la velocidad de salida.

Las velocidades de salida de un líquido, son proporcionales á las raices cuadradas de las alturas de los niveles por cima de los orificios.

La salida de un líquido por un orificio hecho en una pared horizontal, es vertical y se eleva á una altura igual al nivel del líquido que le ha dado nacimiento.

La salida por un orificio hecho en pared vertical ó inclinada es una parábola.

Las salidas por orificios situados respectivamente á igual distancia del nivel y del fondo, encuentran en el mismo punto al plano horizontal que pasa por el fondo.

Las salidas oblícuas que forman con el horizonte ángulos complementarios tienen la misma amplitud.

Gasto es la cantidad de líquido que se derrama por un orificio en un tiempo dado.

El gasto en un orificio practicado en pared delgada es igual al producto de la sección por la velocidad y el tiempo.

El gasto en un orificio practicado en pared curva.

es mayor que el practicado en una pared plana, cuando la concavidad está vuelta hacia el exterior.

Tubos adicionales son tubos de formas variadas que se aplican al orificio y que el líquido debe atravesar en su salida.

Los tubos adicionales que tienen la forma de la vena desde el orificio hasta la sección contraida, no ejercen influencia sobre el gasto.

Si el tubo adicional es del mismo diámetro que el orificio y no es mojado por el líquido, no ejerce influencia alguna en la salida del líquido.

Los tubos adicionales se dividen en cortos y largos. Son cortos aquellos cuya longitud no excede de cuatro ó seis veces el diámetro del orificio, si pasan de esta longitud se llaman largos.

En los tubos cilíndricos cortos la salida es á *boca llena,* aumentan por consiguiente la velocidad y el gasto, una tercera parte. Los en forma de tronco de cono, aplicados al orificio por la base mayor, pueden aumentar el gasto hasta una mitad, no excediendo el ángulo de convergencia entre las dos bases de 14.º Los tubos en forma de tronco de cono aplicados por la base menor dan un aumento dos ó tres veces mayor que los cilíndricos de igual diámetro, si su ángulo de divergencia es de 3.º. Los tubos adicionales en doble cono, pueden dar gastos superiores á los de los tubos adicionales cónicos sencillos.

Los tubos largos disminuyen el gasto y por consiguiente la velocidad del líquido.

La salida de un líquido por un tubo adicional, ejerce sobre las paredes una presión menor que si estuviese en reposo y produjese una succión. Esta presión en un punto cualquiera es igual á la presión hidrostática que tiene lugar en este punto como si el tubo en él terminase, disminuida de la altura del líquido que produce la velocidad. (*Principio de Bernouilli*).

La velocidad de salida en los tubos capilares, es proporcional á la presión.

Es inversamente proporcional á la longitud de los tubos.

Es proporcional á la cuarta potencia del diámetro de los tubos.

Las divisiones de un cilindro líquido, son las porciones que engendran una esfera durante el derramamiento.

Las longitudes de las divisiones en los cilindros de un mismo líquido, son entre sí como los diámetros de los cilindros. (*Ley de Plateau*).

El choque de dos venas opuestas de orificios iguales, da una sección cuyo diámetro máximo es sensiblemente proporcional á la presión y está en razón inversa del diámetro de los orificios. Bajo débiles presiones el diámetro de la sección es proporcional al area del orificio. (*Ley de Savart*).

Un disco horizontal cuyo diámetro es igual á la sección de la vena, colocado sobre el líquido verticalmente, produce una presión equivalente al peso de una columna líquida teniendo por base la superficie del disco y por altura su distancia al nivel del receptáculo. Si el disco es más grande que la sección de la vena, la presión es superior al peso de esta columna. Si el diámetro del disco es igual á la parte unida de la sección que se forma sobre su superficie, la presión es igual á tres veces el peso de una columna de agua según el caso anterior. (*Ley de Savart*).

Hidráulica.

La hidráulica es la ciencia que trata de la conducción y elevación de las aguas y de utilizar su fuerza motriz por medio de máquinas.

Las principales máquinas hidráulicas son: las bombas, ruedas, turbinas, norias, arietes, tornillos, presas etc. etc.

Las unidades de medida para el gasto del agua son: la pulgada de fontanero y el real de agua.

La pulgada de fontanero, es la cantidad de agua que

se derrama en 24 horas por un orificio circular de diámetro de una pulgada francesa con carga de 7 líneas sobre el centro, produce 19.365 litros.

El real de agua es la cantidad que se derrama en 24 horas por un orificio igual al antiguo real de Segovia, de 6 ½ líneas de diámetro con carga de una línea sobre el borde y produce 3.206 litros.

La hidrometría es la parte de la hidráulica que trata de la medida de la velocidad de las corrientes de agua.

Estado gaseoso.

AEREOSTÁTICA Ó PNEUMÁTICA.

PRESIONES.

La aereostática ó pneumática es la ciencia de las leyes del equilibrio de los gases bajo la acción de la pesantez y de la comparación de sus volúmenes con las presiones. Se deriva la aereostática de dos voces griegas *aerios*, aire, y *state*, reposo ó equilibrio y la pneumática de *pneumáticos* concerniente al aire.

El estado de repulsión de las moléculas de los gases se llama espansibilidad, tensión ó fuerza elástica.

Se llaman gases á los cuerpos que á la temperatura ordinaria su estado es el gaseoso: y se denominan vapores, cuando su estado gaseoso no tiene lugar á la temperatura ordinaria.

Los gases trasmiten en todos sentidos la presión ejercida en cualquiera de sus puntos.

Los gases en un estado de presión cualquiera y recibiendo sobre una superficie plana cualquiera una presión nueva, la trasmiten igualmente sobre las superficies planas iguales y proporcionalmente á su estensión si son desiguales.

La presión es normal á la pared.

La presión de un gás sobre el fondo de un vaso que le contiene ó sobre la pared lateral del mismo, sigue las mismas leyes que para los líquidos.

Barómetros son los instrumentos destinados á medir la presión que ejerce el aire en un punto cualquiera de la tierra. Se deriva del griego *baros*, pesantez y *metron* medida.

La presión atmosférica sobre una superficie determinada es igual al peso de una columna de mercurio que tiene por base la superficie dada y por altura la que señala un barómetro del mismo líquido.

En los barómetros de mercurio la presión por un centímetro cuadrado está representada en cualquiera localidad y en cualquier momento por $H \times 13{,}596$ gramos.

La presión atmosférica al nivel del mar tiene por término medio un valor de 760 milímetros de mercurio. Esta presión á 0° se llama una atmósfera y es igual sobre un centímetro cuadrado á 1.0336 gramos = 1 mgd. próximamente.

La unidad atmósfera se emplea para medir la fuerza elástica de gases y vapores sometidos á la acción de un calor intenso ó de una fuerza compresora.

El peso de la atmósfera sobre cualquier lugar del globo, se determina por la fórmula: $P = S\,H\,D$; en la que S representa la superficie que actúa. H la presión y D la densidad.

El peso específico de un gas es la relación de su peso bajo cierto volumen á cero y bajo la presión normal de $0{,}^{m}760$ con otro peso de otro volumen igual de aire á la misma temperatura y presión.

El peso de un litro de aire á 0° y bajo la presión normal es de $1{,}^{gr}293$.

La presión normal de la atmósfera al nivel del mar equivale á una columna de mercurio de $0{,}^{m}760$.

Un cuerpo sumergido en un gas pierde una parte de su peso igual al peso del volumen del gas desalojado.

El volumen de una masa de gas está en razón inversa de la presión á igual temperatura.

La densidad de un gas es proporcional á su presión. (*M. J. Jamín.*)

Mezcla de los gases.

Se llama difusión la mezcla espontánea de los gases.

Los gases que no ejercen reacción química entre sí, se mezclan rápidamente, tan pronto como se ponen en contacto y su mezcla es uniforme y persistente.

La mezcla de los gases es tanto más rápida cuanto mayor diferencia haya entre sus densidades.

Los volúmenes de los gases difundidos son inversamente proporcionales á las raices cuadradas de sus densidades. (*Ley de Graham.*)

La rapidez de difusión de los gases se halla en razón inversa de la raiz cuadrada de su peso específico ó densidad. (*Ley de Bunsen.*)

En una mezcla de varios gases la presión ejercida para cada uno de ellos es la misma que si está sólo.

La efusión es el paso de un gas en el vacío por una abertura pequeña hecha en una pared delgada.

Transpiración es el paso de un gas por un tubo capilar en el vacío ó en una atmósfera enrarecida.

La osmosis es la difusión á través de los diafracmas.

Las velocidades de difusión y de efusión son sensiblemente las mismas.

La velocidad de transpiración es proporcional á la presión y está en razón inversa de la longitud de los tubos de igual diámetro, pero es independiente de la velocidad de difusión.

Cuando un gas está mezclado con un líquido hay absorción del gas por el líquido.

El coeficiente de absorción es la relación del volumen del gas que se disuelve con un volumen del líquido.

El peso del gas absorvido es proporcional á la presión, para un mismo gas, un mismo líquido y una misma temperatura.

La cantidad de gas absorvido es tanto mayor cuanto más baja sea la temperatura, es decir, cuanto más pequeña sea su fuerza elástica.

La cantidad de gas que un líquido puede disolver es

independiente de la naturaleza y de la cantidad de otros gases que tenga ya en disolución.

Aereodinámica.

Aereodinámica es la ciencia que trata de las leyes que rijen el movimiento de los gases. Se deriva de *aerios,* aire, y *dinamos,* movimiento.

Las moléculas de los gases son perfectamente elásticas y están dotadas de movimiento en todas direcciones. La fuerza viva que resulta de estos movimientos, en una porción dada de gas, constituye la cantidad de calor que él encierra.

Todo gas tiene una elasticidad proporcional al cuadrado de la velocidad de sus movimientos moleculares y á su densidad.

Cuando un gas se comprime, esta fuerza se comunica á todas las moléculas del gas y aumenta su fuerza viva; y recíprocamente, cuando un gas se dilata, el poder mecánico de su espansión se obtiene á expensas de la fuerza viva de sus moléculas.

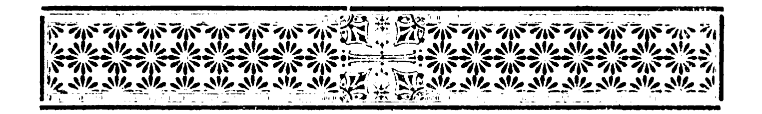
La viscosidad de un gas es la resistencia que presenta al resbalamiento de sus moléculas unas sobre otras. (*M. William Crookes*),

La viscosidad de un gas medida por el coeficiente de frotamiento es independiente de la densidad. (*Ley de Maxwell*).

La velocidad media de traslación de cada molécula de un gas está en razón inversa de la raiz cuadrada de su densidad.

La velocidad de salida de un gas está en razón inversa de la raiz cuadrada de la densidad del gas con relación al aire.

Los gases marchando por tubos experimentan una resistencia debida al frotamiento. Es proporcional á su longitud y al cuadrado de la velocidad: y está en razon inversa del diámetro.



FORMAS DE LA ENERGÍA.



Acústica ó Fonología.

PRODUCCIÓN.—PROPAGACIÓN.

Acústica es la ciencia del sonido. Se deriva de *acuoo*, oigo.

El sonido es percibido por el sentido del oido; no es susceptible de definición.

El sonido es producido por las vibraciones de la materia. Es trasmitido por los medios materiales.

El sonido no se trasmite en el vacío.

Toda vibración comprende la ida y la vuelta de la molécula vibrante.

La pulsación aérea produce por la ida de la vibración, la onda condensada y la vuelta la onda dilatada. La reunión de estas dos constituyen la onda sonora.

El espesor de la onda dilatada y de la onda condensada reunidas, constituyen la longitud de la onda.

Longitud de una onda es el cociente de la velocidad del sonido por el número de vibraciones.

El sonido se propaga en el aire con una velocidad de 340.^{m}89 por segundo á la temperatura de 16°. Es de 333^{m} á la temperatura de 0°.

A la misma temperatura la velocidad es independiente de la densidad y por consiguiente de la presión atmosférica.

Todos los sonidos se propagan con la misma velocidad.

La velocidad varía de un medio á otro. Es mayor en los líquidos que en los gases y mayor en los sólidos que en los líquidos.

La velocidad del sonido en el agua es de 1.435^{m} á la temperatura de 8°.

La propagación del sonido tiene lugar por esferas concéntricas en un lugar homogéneo indefinido.

REFLEXIÓN.—REFRACCIÓN.—INTERFERENCIAS.

El sonido se refleja.

El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

El rayo incidente y el rayo reflejado están en un mismo plano normal á la superficie reflectante.

El eco es la repetición del sonido por reflexión.

Se llama centro fónico el punto donde el sonido se produce; y centro fonocántico el lugar donde él es reflejado.

El sonido se refracta.

Cuando dos sonidos se encuentran en su camino de modo que se encuentren las dos semi-ondas condensadas ó dilatadas, el sonido se aumenta; pero si la semi-onda condensada del uno. se encuentra con la semi-onda dilatada del otro estas ondas se destruyen y por consiguiente el sonido; este fenómeno se conoce con el nombre de interferencia del sonido.

CUALIDADES.—GAMA.—ARMÓNICOS.

El sonido posee tres cualidades; intensidad, tono y timbre.

La intensidad depende de la amplitud de la vibración.

El tono resulta del número de vibraciones en la unidad de tiempo.

El timbre resulta de la naturaleza, del número y de la intensidad de los armónicos que acompañan al sonido. (*Helmholtz*).

Todos los sonidos de un timbre y de un origen cualquiera, son constituidos por la superposición de notas simples. (*Ley de Ohm*)

La intensidad está en razón inversa del cuadrado de la distancia al cuerpo sonoro.

La intensidad se aumenta con la amplitud de las vibraciones del cuerpo sonoro.

La intensidad depende de la densidad del aire en el lugar donde el sonido se produce.

La intensidad se modifica por la agitación del aire y la dirección de los vientos.

La intensidad aumenta con la aproximación de un cuerpo sonoro.

La intensidad no está sometida á la ley de las distancias para la propagación del sonido en los tubos cilíndricos.

El tono tiene tres accepciones diferentes: se llama tono la nota por la cual empieza la gama en la que son tomados los sonidos, que figuran en un aire de música; tambien se llama tono el intervalo que existe entre dos sonidos consecutivos y por último se refiere el tono al número de vibraciones ó altura del sonido.

El tono del sonido aumenta con el número de vibraciones.

Los sonidos agudos de la escala son los más altos y los graves son los bajos.

El tono en música se divide en nueve partes llamadas comas.

El límite del sonido grave es cerca de ocho vibraciones y el de los sonidos agudos cerca de cincuenta mil vibraciones por segundo; para que la percepción tenga lugar.

Unison es la igualdad del número de vibraciones.

Los trinados ó gorgeos, son los esfuerzos sucesivos que tienen lugar al rededor del unisón.

Acorde es la cohesistencia de sonidos que producen una impresión agradable.

Disonancia es la coexistencia de sonidos que producen una impresión desagradable.

El intervalo de dos sonidos es la razón en que se halla un número de vibraciones, ó el espacio que uno de ellos ha de recorrer para llegar al unisón con el otro.

La consonancia tiene lugar cuando los números de sus relaciones son muy pequeños.

El unisón es la relación de uno á uno.

La octava de dos á uno.

La quinta de tres á dos.

La cuarta de cuatro á tres.

La sesta de cinco á tres.

La tercera mayor de cinco á cuatro.

La tercera menor de seis á cinco.

Todos los sonidos del mismo tono. cualquiera que sea el cuerpo sonoro que les produzca. corresponden á núros iguales de vibraciones y recíprocamente.

Todo acorde musical entre dos notas está definido y puede ser representado por la relación $\frac{n}{n'}$, de dos números enteros de vibraciones.

Si se suponen dos notas representadas por dos términos de la serie natural de los números 1. 2. 3. 4. 5. 6... formarán un acorde tanto más consonantado cuanto más sencilla sea la relación de estos números. y una disonancia tanto más desagradable. cuanto más compleja sea dicha relación.

El acorde perfecto mayor está formado por los intervalos $^5/_4$. $^6/_5$, $^3/_2$ y el acorde perfecto menor por los intervalos $^6/_5$, $^5/_4$, $^3/_2$ que solo se diferencian en el orden de colocación de los dos primeros acordes.

Escala musical es la serie de sonidos fundamentales. separados entre sí por intervalos; cada uno de ellos re-

cibe el nombre de nota musical. Estas son siete: y á cada período de siete notas se llama gama.

Las notas son: *do-re-mi-fa-sol-la-si.*

Si se representa por 1 el sonido más grave, ó sea el *do,* el número relativo de vibraciones, ó correspondiente á las demás notas se expresa en fracciones del modo siguiente:

Nombres ingleses y alemanes	C	D	E	F	G	A	B	C
Nombres españoles . . .	Ut ó Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
Vibraciones.	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2
Relación en números enteros.	24	27	30	32	36	40	45	48
Sus intervalos son. . . .		$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$

El más grande de estos intervalos es un tono mayor. el segundo un tono menor y el más pequeño un semitono. Por consecuencia, los intervalos de la gama comprenden cinco tonos y dos semi-tonos. El intervalo entre el tono mayor y el tono menor es $^{80}/_{81}$. La gama así formada se llama diatónica.

Sostener una nota es aumentar el número de sus vibraciones en la relación de 24 á 25; bemolizarla es disminuir este número en la relación de 25 á 24.

El sostenido se indica con el signo ♯ y el bemocon ♭

Una nota sostenida no es en realidad la siguiente bemolizada, puesto que difiere en una coma.

La gama cromática es la que procede por semi-tonos, y comprende trece sonidos, confundiendo cada nota sostenida con la siguiente bemolizada; la escala es la siguiente:

Do, {Do ♯ / Re ♭}, Re, {Re ♯ / Mi ♭}, Mi, Fa, {Fa ♯ / Sol ♭}, Sol, {Sol ♯ / La ♭}, La, {La ♯ / Si ♭}, Si, Do

Los sonidos armónicos son una serie de sonidos cuyo

número de vibraciones están entre sí. como la serie natural de los números enteros 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.....

Los primeros armónicos son:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Do—	Do_2—	Sol_2—	Do_3—	Mi_3—	Sol_3	entre La ♯ y Si ♭	--Do_4--	Re_4--	Mi_4

La superposición de dos armónicos es tanto más parecida cuanto más bajos sean tomados en la serie.

El diapasón es un instrumento destinado á marcar el tono de los sonidos en los diversos instrumentos músicos. Consiste en una barra de acero encorvada en forma de pinzas. Da el La_3 que tiene 870 vibraciones sencillas.

Cuerdas.

Las cuerdas pueden producir vibraciones transversales ó longitudinales.

Las vibraciones transversales son perpendiculares á las cuerdas.

El número de vibraciones está en razón inversa de la longitud.

El número de vibraciones está en razón inversa del radio de la cuerda.

El número de vibraciones es proporcional á la raiz cuadrada de su tensión.

El número de vibraciones es inversamente proporcional á la raíz cuadrada de la densidad de la cuerda.

Estas leyes se deducen de la fórmula $n = \frac{l}{r\,l}\sqrt{\frac{P}{\pi\,d}}$ en la que n representa el número de vibraciones simples por segundo, l la longitud de la parte de cuerda vibrante, r el radio de la sección, P el peso suspendido de aquella, d la densidad de la materia de que está hecha y π la relación de la circunferencia al diámetro.

También se indica del modo siguiente para las vibraciones transversales: $n = \sqrt{\frac{g\,P}{l\,p}}$; en la que p repre-

senta el peso de la parte vibrante de la cuerda. *(Fórmula de Lagrange).*

Las vibraciones longitudinales están sometidas á cuatro leyes idénticas á las precedentes.

La fórmula para deducirlas es la siguiente:

$$n = \frac{l}{r\,l}\sqrt{\frac{g\,P}{\pi\,d}}.$$ *(Fórmula de Lagrange).*

Las cuerdas vibrantes están divididas por puntos y líneas sensiblemente fijos, que llevan el nombre de nodos y líneas nodales.

Las concameraciones son las partes vibrantes comprendidas entre los nodos y las líneas nodales.

Vientre es la porción más dilatada de la onda.

Tubos.

Tubos sonoros son los tubos en los cuales se pueden producir sonidos poniendo en vibración la columna de aire que encierran.

Las vibraciones del aire en los tubos son producidas por la embocadura.

Los tubos se dividen en tubos de lengüeta y tubos de flauta con relación á la disposición de la embocadura.

El lábio en los tubos de lengüeta es la parte de la embocadura que excita las vibraciones. En los otros es la abertura.

En los tubos de flauta hay que distinguir la abertura libre y la abertura no libre.

Forzando el aire en un tubo se aumenta el tono de los sonidos.

Los tubos abiertos repiten una série de armónicos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.... bajo un viento forzado. *(Ley de Bernouilli.)*

Cualquiera que sea el viento es imposible producir otros sonidos á los tubos. *(Ley de Bernouilli.)*

La columna de aire en los tubos se divide como en las cuerdas en nodos y vientres.

Los nodos de un tubo son equidistantes y su medio es un vientre.

Los tubos cerrados ó bordones tienen siempre un nodo al fondo y un vientre á la embocadura.

El tubo cerrado que no contiene más que un nodo y un vientre, produce el sonido fundamental.

Sonido fundamental es el más grave que el tubo es susceptible de producir.

El tubo cerrado que produce el sonido fundamental contiene entre el nodo y el vientre una semi-onda condensada ó enrarecida ó un cuarto de onda sonora.

El tubo cerrado que produce el sonido fundamental y en el cual se fuerza el viento, produce desde luego el tercer armónico con arreglo á las leyes de Bernouillí. El movimiento de este armónico, produce un nodo y un vientre intermediarios entre los existentes; y la columna de aire está dividida en tres segmentos. Así continúa para los armónicos siguientes.

Los tubos abiertos tienen siempre un vientre á cada extremidad.

El tubo abierto que no encierra más que un nodo entre sus dos vientres produce el sonido fundamental.

El tubo abierto que produce el sonido fundamental. da una onda sonora cuya longitud es doble de la del tubo y cuádruple de la distancia de un nodo á un vientre.

El tubo abierto que produce el sonido fundamental y en el cual se fuerza el viento, produce desde luego el segundo armónico con arreglo á las leyes de Bernouilli. El nacimiento de este armónico produce dos nodos y un vientre intermediario entre los dos vientres existentes; y la columna de aire está dividida en cuatro segmentos. Así se sigue para los armónicos siguientes.

El número de vibraciones en los tubos abiertos ó cerrados está en razón inversa de la longitud de los tubos.

El número de vibraciones en un tubo abierto es doble del número de vibraciones en un tubo cerrado de la misma longitud.

VARILLAS.—LAMINAS.—PLACAS.

Las varillas y láminas metálicas dan un número de vibraciones transversales que está en razón directa de su espesor y en razón inversa del cuadrado de su longitud.

Las varillas elásticas de la misma naturaleza dan un número de vibraciones longitudinales, que está en razón inversa de su longitud, cualesquiera sean sus diámetros y la forma de su sección transversal.

Las placas de la misma naturaleza y forma, que dan iguales figuras nodales, producen un número de vibraciones que está en razón directa de los espesores de las placas y en razón inversa de sus superficies.

Sonidos resultantes.

Sonidos resultantes son los sonidos que nacen cuando dos sonidos son emitidos simultáneamente con fuerza y se prolongan con regularidad.

Los sonidos resultantes se dividen en diferenciales y adicionales.

Sonidos diferenciales son aquellos cuyo número de vibraciones es igual á la diferencia de los números de vibraciones de los sonidos que les han producido. *(Sorge y Tortini)*.

Sonidos adicionales son aquellos cuyo número de vibraciones es la suma de las vibraciones de los sonidos que les han producido. *(Helmholtz)*.

Las pulsaciones de dos centros de vibraciones diferentes pueden adicionarse para dar un sonido único, la octava aguda, teniendo en cuenta que las pulsaciones sean idénticas y que una de las séries esté intercalada en la otra de manera que produzca una série total sincrónica.

Órgano de la voz.

El órgano de la voz se puede considerar como un

instrumento músico de viento. en el cual los pulmones son los fuelles, la traquea el tubo que conduce el aire, la glótis el sitio donde se origina el sonido y las partes de la boca los diferentes puntos donde se modifica y articula.

La voz de la mujer es más aguda que la del hombre.

Las voces del hombre se dividen en:

Bajo, Barítono, Tenor, Contralto (rara).

Fa—Re_3 La—Fa_3 Do_2—La_3 Mi_2—Do_4

Las voces de la mujer se dividen en:

Contralto, Mezzo-soprano, Soprano.

Mi_2—Do_4 Sol_2—Mi_4 Si_2—Sol_4

Las voces ordinarias no abrazan dos octavas completas. La diferencia entre el *fa* del bajo (174 vibraciones simples) y el *sol*$_4$ del soprano (1566 vibraciones) es de un poco más de tres octavas.

La voz está compuesta como todos los sonidos. de uno fundamental y de sus armónicos.

La palabra consiste en la emisión de sonidos que tienen caracteres diferentes y timbres particulares, que se han llamado vocales.

El segundo elemento de la palabra consiste en las consonantes que no son más que sonidos persistentes que modifican el de las vocales.

Para formar una vocal determinada es necesario añadir al sonido de la voz tal como le produce la garganta una ó varias notas características, siempre las mismas y que llamamos vocales. (*Ley de Helmholtz.*)

Las máquinas parlantes pueden dividirse en dos clases, unas que tienen por objeto reproducir las causas mecánicas que originan las vibraciones de la voz como es la de Faber; y otras que se ocupan en la reproducción de los efectos de la voz y de las vibraciones que la membrana del tímpano hace en el oido cuando éste percibe la palabra; tal es el fonógrafo (*fonos* sonido y *grafoo,* escribo) de Edisón.

TERMOLOGÍA.

Preliminares.

El calor es percibido por el sentido del tacto; no es susceptible de definición.

El calor es producido por las vibraciones del eter. Abraza el calor propiamente dicho, que produce sus efectos sobre la materia, debido á las moléculas de eter que la rodean; y el calor radiante, que atraviesa el vacío ó el aire y es debido á las vibraciones del eter que no producen efectos caloríficos en su trayecto.

Dilatación.

El calor produce la dilatación y contracción de la materia.

La dilatación es el aumento y la contracción la disminución de volúmen bajo la influencia del calor.

Dilatación lineal, en los cuerpos sólidos, es la que tiene lugar bajo una sola dimensión y la cúbica cuando se consideran las tres dimensiones. Solo existe la dilatación cúbica y la lineal es una abstracción.

Coeficiente de dilatación lineal es el aumento que toma la unidad de longitud cuando se eleva su temperatura de 0° á 1°.

Coeficiente de dilatación cúbica es el aumento que toma la unidad de volúmen de un cuerpo cuando su temperatura se eleva de 0° á 1°.

El coeficiente de dilatación cúbica es triplo del coeficiente de dilatación lineal.

Se llaman dilataciones principales las dilataciones de un cristal medidas en la dirección de los ejes de elasticidad. (*Definición de M. Fizeau.*)

Los coeficientes de dilatación no son constantes en las diferentes secciones de la escala de temperatura. Aumentan con la escala ascendente.

La dilatación aparente de un líquido es el aumento

de volúmen real que él toma cuando está encerrado en una vasija que se dilata menos que él.

La dilatación absoluta de un líquido es el aumento de volúmen real, que él toma, abstracción hecha de la dilatación de la vasija.

La dilatación absoluta de un líquido es igual á la suma de su dilatación aparente y la dilatación cúbica del vaso que le contiene.

Coeficiente de dilatación de un líquido es el aumento que él toma bajo la unidad de volúmen, cuando su temperatura se eleva de 0° á 1°.

Coeficiente de dilatación de un gas es el aumento que toma bajo la unidad de volúmen cuando su temperatura se eleva de 0° á 1°.

El coeficiente de dilatación del aire es 0,00367 ó $\frac{1}{273}$ bajo la presión constante de una atmósfera. Este coeficiente varía muy poco aun tratándose de gases desigualmente compresibles.

Cambio de estado de los cuerpos.

El calor produce el cambio de estado de los cuerpos.

Fusión es el paso de un cuerpo del estado sólido al líquido.

La fusión tiene lugar siempre á una temperatura invariable para cada sustancia, cuando la presión es constante.

Desde que principia la fusión hasta que termina, la temperatura no varía, sea cual fuere el foco de calor.

El punto de fusión varía con la presión.

Calor latente es el calor que trasformado en fuerza viva verifica el cambio de estado. Es insensible al termómetro.

La solidificación ó congelación es el paso de un cuerpo del estado líquido al sólido.

La solidificación tiene lugar á una temperatura constante para cada sustancia.

El punto de solidificación es también el punto de fusión.

Desde que principia la solidificación hasta que termina, la temperatura del cuerpo permanece la misma.

Al pasar un cuerpo del estado líquido al sólido, la fuerza viva que tenia separadas las moléculas, al reunirse éstas, se trasforma en calor y por consiguiente resulta la misma cantidad de calor que antes se trasformó en fuerza viva.

Vaporización es el paso de un cuerpo del estado líquido al gaseoso.

Ebullición es el paso rápido del estado líquido el estado gaseoso, bajo la influencia de un foco de calor.

Evaporación es el paso lento del estado líquido al gaseoso á la temperatura ordinaria.

Los líquidos se vaporizan instantáneamente en el vacío.

Los vapores de líquidos diferentes no poseen la misma tensión.

El máximum de tensión de un vapor ó la saturación tiene lugar cuando la evaporación cesa en presencia de un exceso de líquido.

El maximum de tensión varía con la temperatura.

Los vapores saturados son incomprensibles. Aumentando la presión, el vapor se va liquidando gradual é instantáneamente, y disminuyendo la presión, el vapor liquidado se trasforma en vapor. En ambos casos el maximum de vapor queda invariable.

Los vapores no saturados siguen la ley de Mariotte.

La tensión del vapor en espacios de diferente temperatura es la misma que corresponde á la temperatura menor. *(Principio de Wat).*

El punto de ebullición se retarda aumentando la presión.

El punto de ebullición es invariable á una presión constante para un mismo líquido. Varia para líquidos diferentes.

Sea cual fuere el foco de calor, la temperatura del lí-

quido permanece estacionaria desde el momento que principia la ebullición hasta que termina.

El punto de ebullición de un líquido tiene lugar cuando la tensión de su vapor es igual á la presión que soporta.

El paso del estado líquido al gaseoso va acompañado de una absorción de calor, que se hace latente es decir que se trasforma en fuerza viva.

Cualquiera que sea el grado de presión, el estado líquido cesa á la temperatura crítica, presentándose entonces el estado gaseoso. El estado líquido tiene un límite que está determinado por una línea isotérmica que pasa por el punto crítico. *(M. J. B. Hannay).*

La liquefacción ó condensación es el paso del estado gaseoso al líquido.

El punto de liquefacción es tambien el punto de ebullición.

En todos los poros ó espacios intermoleculares del interior de ún líquido, deben existir necesariamente vapores al maximum y á la misma temperatura del liquido. *(G. Cantoní).*

Las cantidades de gas disueltas en un líquido son, bajo la misma temperatura, proporcionales á las presiones de la masa gaseosa. *(Ley de W. Henry).*

La tensión, y por consiguiente la cantidad de vapor que satura un espacio dado, son iguales á igual temperatura, ya contenga aquel un gas, ó esté vacio.

La fuerza elástica de la mezcla es igual á la suma de las fuerzas elásticas del gas y del vapor mezclados, pero reducido el gas á su volúmen primitivo. *(Ley de Daltón).*

Los gases poseen un punto crítico de temperatura sobre el cual no es posible la condensación aun con las presiones más enérgicas. *(Ley de Andrews).*

Higrometría.

La higrometría tiene por objeto la medida del va-

por de agua contenido en un volúmen de aire determinado.

Los instrumentos empleados para este objeto se llaman higrómetros, cuando determinan la cantidad de vapor de agua existente en la atmósfera, é higróscopos si solo indican la presencia ó ausencia del mismo.

El estado higrométrico del aire es la relación que existe entre la cantidad actual de vapor de agua que contiene y la que contendría si estuviese saturado á la misma temperatura; porque el peso del vapor de agua crece con la presión y por consecuencia con la tensión en igualdad de volumen según la ley de Mariotte.

Cuando el aire se enfria, la tensión del vapor que contiene queda constante hasta el punto de saturación; y á este punto la tensión es la misma que antes del enfriamiento.

La tensión del vapor de agua existente en el aire se determina, multiplicando la humedad relativa que acuse un higrómetro por la tensión máxima del vapor de agua á la misma temperatura.

Estado esferoidal.

El estado esferoidal es un estado particular de los líquidos cuando se proyectan en un vaso cuya temperatura excede considerablemente de la de su punto de ebullición.

En el estado esferoidad, el líquido toma la forma de una esfera aplanada y no tiene ningún punto de contacto con el vaso que le contiene. *(Boutigny).*

En el estado esferoidal la temperatura del líquido está más baja que la de su punto de ebullición, cualquiera que sea la que tenga del vaso.

Conductibilidad.

La conductibilidad es la propiedad de los cuerpos de trasmitir el calor por su masa.

El poder conductor varía con los cuerpos, por lo que se han dividido en buenos y malos conductores del calor.

Para los sólidos buenos conductores, si las distancias al foco de calor crecen en progresión aritmética, las diferencias de temperatura sobre la del aire ambiente disminuyen en progresión geométrica. *(Ley de Lambert).*

Temperatura es el estado actual de calor sensible en un cuerpo, sin aumento ni disminución.

La temperatura está representada por la longitud de la oscilación calorífica de las moléculas de un cuerpo *(M. R. Pictet).*

Termómetros son los instrumentos destinados á medir la temperatura. Se deriva de *termos,* calor, y *metron,* medida).

La escala del termómetro centígrado, comprende dos puntos fijos: el primero que es el de la congelación del agua ó fusión del hielo; y el segundo es el de la ebullición del agua á la presión normal de 0, ^{m} 760 del barómetro. La distancia entre estos dos puntos está dividida en 100 partes.

Se llama grado en la escala centígrada, la elevación de temperatura necesaria para aumentar el volúmen del cuerpo termométrico la centésima parte de la cantidad que aumenta cuando pasa de la temperatura del hielo fundente á la del vapor de agua, estando la presión á 0, ^{m} 760.

La escala del termómetro de Reaumur, comprende los mismos dos puntos, pero el espacio está dividido en 80 partes.

En escala del termómetro de Fahrenheit, corresponde el primer punto ó sea el cero al frio producido por una mezcla de nieve y sal amoniaco (32° bajo cero marcan los anteriores) y en el otro punto que es el de la ebullición del agua, se pone 180, dividiéndose el espacio en 180 partes.

La escala del termómetro de Delisle marca 0° en el

punto de ebullición del agua y 150° en el del hielo fundente, dividiéndose el espacio en 150 partes.

Calorimetría.

Calorimetría, es la parte de la termología que se ocupa del estudio de la medida de las cantidades de calor absorvidas ó desprendidas por los cuerpos, cuando se calientan, se enfrían ó cambian de estado.

Caloría es la unidad que sirve de medida á estas cantidades y es el equivalente de calor necesario para elevar la temperatura de un kilógramo de agua de 0° á 1°.

La cantidad de calor absorvida por un cuerpo cuando pasa de una temperatura á otra superior es totalmente abandonada por este cuerpo cuando vuelve á pasar de esta segunda temperatura á la primera.

La cantidad de calor absorvida por un cuerpo que se calienta es proporcional á la elevación de temperatura del mismo.

El calórico específico ó capacidad calorífica de un cuerpo, es la cantidad de calor que él absorve cuando su temperatura pasa de 0° á 1° comparada con la absorvida en el mismo caso por un peso igual de agua.

El calor específico de los gases se refiere al agua ó al aire. En el primer caso los dos términos de comparación son las cantidades de calor necesarias para elevar un grado dos pesos iguales del gas y de agua, siendo ésta la que se toma como unidad. En el segundo caso los dos términos de comparación son las cantidades necesarias para elevar un grado dos volúmenes iguales del gas y de aire, siendo éste el que se toma por unidad.

El producto del calor específico de los cuerpos simples por su peso atómico es un número constante igual á 37. (*Ley de Dulong y Petit*).

El calor específico de los cuerpos simples está en razón inversa de sus pesos atómicos.

El calor específico de los cuerpos compuestos que

tienen la misma fórmula atómica está en razón inversa de sus pesos atómicos.

El calor específico de las aleaciones es exactamente el término medio de los calores específicos de los metales componentes, para las temperaturas no muy próximas al punto de fusión de la aleación. (*Ley de Regnault*).

Los calores específicos relativos á la unidad de volúmen son sensiblemente proporcionales á las alturas de las columnas liquidas capilares en tubos de igual diámetro. (*A. Bartoli*).

Los gases simples tienen los mismos calores específicos en igualdad de volúmen. (*Ley de Delaroche y Berard*).

El gas resultante de dos gases simples combinados sin condensación tiene el mismo calor específico que los gases simples componentes en igualdad de volúmen (*Ley de Dulong*).

El calor de fusión de un cuerpo sólido es el número de calorías que necesita absorver un kilógramo de este cuerpo para pasar sin elevar su temperatura del estado sólido al liquido.

El calor de vaporización ó de elasticidad de un líquido es el número de calorías absorvidas por un kilógramo de este líquido para pasar al estado de vapor sin elevar su temperatura.

La cantidad de calor ganada ó perdida por un cuerpo en la unidad de tiempo es proporcional á su peso, a cambio de temperatura que sufre y á su peso específico

Equivalente mecánico del calor.

Equivalente mecánico del calor es el trabajo que puede producir la unidad de calor ó el trabajo necesario para elevar un kilógramo de agua de 0° á 1°.

La cantidad de calor que hace subir un kilógramo de agua de 0° á 1° desarrolla una fuerza capaz de elevar un peso de 425 kilógramos á la altura de un metro en un segundo de tiempo.

Un peso de 425 kilógramos que caiga de la altura de un metro en un segundo de tiempo, desarrolla una temperatura capaz de elevar de 0° á 1° un kilógramo de agua.

La energía existe en dos formas; la energía dinámica ó fuerza que se manifiesta á nuestros sentidos como un peso en movimiento, como calor sensible ó corriente eléctrica activa y la energía potencial ó fuerza en estado de reposo.

La energía interna ó potencial de un cuerpo es la cantidad total de calor que un cuerpo puede desarrollar por el trabajo de sus esfuerzos moleculares.

La diferencia que existe entre el calor absorvido y el equivalente calorífico del trabajo interno producido es igual al aumento de su energía interna.

La energía actual es la suma de las fuerzas vivas sensibles que posee el cuerpo en un momento dado al trasformarse éstas en calor.

La energía total de un cuerpo es la suma de sus energias actual y potencial.

La diferencia entre el calor absorvido y el equivalente calorífico del trabajo producido es igual al aumento de la energía total.

El aumento de la energía total es igual á la suma del calor absorvido y del equivalente calorífico del trabajo motor, disminuido del equivalente calorífico del trabajo exterior efectuado.

Ciclo de Carnot es el espacio comprendido entre dos líneas de transformación de temperatura constante y dos líneas de transformación de calor constante.

Cuando una máquina térmica funciona siguiendo un ciclo de Carnot, el coeficiente económico propio de esta máquina es igual al coeficiente económico de una máquina de gas, funcionando según el mismo ciclo, en el mismo intérvalo de temperatura. *(Principio de Carnot).*

Es imposible trasportar el calor de un cuerpo frio sobre un cuerpo caliente sin gasto exterior de trabajo ó

sin que al mismo tiempo el calor sea trasportado de un cuerpo caliente á uno frio. *(Clausius)*.

Termoquimía.

Trabajo físico es el que corresponde á las dilataciones ó cambios de estado físico.

Trabajo químico es el trabajo producido en el acto mismo de las combinaciones ó descomposiciones de los cuerpos.

Entonación térmica de una reacción es su efecto calorífico, pudiendo considerarse como cantidad positiva ó negativa. De su estudio se ocupa la termoquímica.

Se llaman reacciones exotérmicas las que producen un desprendimiento de calor.

Se llaman reacciones endotérmicas las que producen absorción de calor.

La tonalidad térmica de una combinación; ó sea el desprendimiento ó absorción de calor que en ella tiene lugar, está representada por la diferencia algebráica entre la suma de los equivalentes termo-dinámicos de los elementos y el equivalente termo-dinámico tambien del compuesto. (*Principio de Thompson*).

El calor desarrollado en una reacción química es igual á la suma de los trabajos físicos y químicos verificados en la reacción. (*Principio de los trabajos moleculares*).

Cuando un sistema de cuerpos pasa de un estado inicial dado á un mismo estado final, la cantidad de calor desarrollada es independiente de los estados intermedios por los cuales pasen los diversos cuerpos del sistema; en la condición espresa que él no haya producido trabajo exterior ó que permanezca de la misma manera en los diversos casos en que se le considere. (*Principio de la equivalencia calorífica de las trasformaciones químicas ó principio de los estados inicial y final*).

La cantidad de calor desarrollada en una serie de trasformaciones físicas y químicas que se efectúan suce-

sivamente, es la suma de las calorías que se desprenden en cada transformación aislada, suponiendo los cuerpos reducidos á estados físicos idénticos. (*Teorema de Berthelot*).

Si en dos séries de transformaciones se parte de dos estados iniciales distintos para llegar á un mismo estado final, la diferencia de las cantidades de calor desprendidas ó absorvidas en ambos casos es igual al número de calorías que corresponde al paso de un estado inicial á otro. (*Teorema de Berthelot*).

Si en dos series de transformaciones se parte de un mismo estado inicial para llegar á estados finales distintos, la diferencia de las cantidades de calor desprendidas ó absorvidas es igual á la diferencia que corresponde al paso de un estado final á otro. (*Teorema de Berthelot*).

Si un cuerpo sustituye á otro en una combinación, el calor desarrollado será la diferencia que exista entre los calores de formación de los compuestos final y primitivo. (*Teorema de Berthelot*).

Cuando un compuesto cede á otro cuerpo alguno de sus elementos, el efecto calorífico de la reacción es igual á la diferencia de las cantidades de calor que corresponden á la síntesis del nuevo compuesto y del primitivo. (*Teorema de Berthelot*).

Toda acción química terminada sin la intervención de ninguna energía extraña tiende á la producción de un cuerpo ó de un sistema de cuerpos que desarrollan el máximum de calor. (*Principio de Berthelot ó del trabajo máximo*).

Calor radiante.

La radiación del calor consiste en la comunicación del movimiento vibratorio de los átomos de los cuerpos al éter que les rodea.

Se diferencia de la absorción en que en ésta el movimiento es comunicado por el éter y en la radiación el movimiento es trasmitido al éter.

El calor radiante atraviesa los espacios interplanetarios con una velocidad muy próxima á la de la luz ó sean unas 54.000 leguas por segundo.

La radiación es el fenómeno de la propagación del calor radiante atravesando el vacío ó el aire por las vibraciones del éter.

Se llama haz á un conjunto de rayos: pueden ser paralelos, divergentes ó convergentes.

La absorción es la penetración del calor radiante en los cuerpos.

El calor radiante puede ser luminoso ú oscuro: según que vaya ó no acompañado de luz.

La radiación tiene lugar alrededor de los cuerpos en todas direcciones.

La radiación se propaga en línea recta en un medio homogéneo.

La radiación tiene lugar en el vacío.

Intensidad.

La intensidad del calor radiante es la cantidad del calor recibido en la unidad de tiempo por la unidad de superficie.

La intensidad está en razón inversa del cuadrado de la distancia.

La intensidad de los rayos oblícuos emergentes de una superficie es proporcional al coseno del ángulo que forman estos rayos con la normal á la superficie de emergencia.

La intensidad de los rayos que caen oblícuamente sobre una superficie es proporcional al seno del ángulo que forman los rayos incidentes con la normal á la superficie.

El calentamiento y el enfriamiento son las cantidades que gana ó pierde un cuerpo en la unidad de tiempo.

Le cantidad de calor que un cuerpo gana ó pierde en la unidad de tiempo es proporcional á la diferencia

que existe entre su temperatura y la del recinto. (*Ley de Newton*).

Radiofonía.

Radiofonía es la parte de la física que se ocupa de la transformación de la energía térmica de las radiaciones en sonido. *(M. Mercadier.)*

Los efectos sonoros de la radiación son producidos principalmente por los rayos rojos ó infrarojos, esto es, por los de mayor longitud de onda.

Siempre que un rayo luminoso intermitente cae sobre una placa de una sustancia cualquiera, esta placa aplicada al oido, ya sea directamente, ya mediante una columna de aire, produce un sonido cuyo número de vibraciones es igual al de las intermitencias del rayo luminoso.

Los efectos radiofónicos pueden producirse por manantiales cuyo brillo luminoso intrínseco sea muy débil y aun por radiaciones invisibles, únicamente caloríficas. (*M. Mercadier.*)

Los efectos radiofónicos son producidos por los gases calentados y enfriados alternativamente y no por los sólidos, ni los líquidos. *(M. Mercadier.)*

Reflexión.—Difusión.

Reflexión del calor es el cambio de dirección que sufren en su marcha los rayos caloríficos al chocar con un medio heterogéneo sin penetrar en él.

Se llama rayo incidente la dirección del rayo calorífico antes de chocar; después de haber chocado la dirección que sigue se denomina rayo reflejado.

El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

Los dos rayos caloríficos, reflejado é incidente, se hallan en el mismo plano.

El poder reflector absoluto de una sustancia es la re-

lación que existe entre la cantidad de calor reflejado y la cantidad de calor que incide.

El poder reflector relativo de una sustancia es la relación entre la cantidad de calor que refleja y la cantidad de calor reflejado por otra sustancia tomada como tipo de comparación.

La difusión es la reflexión irregular que en más ó menos cantidad acompaña siempre á la reflexión regular ó especular. (*Melloni.*)

La difusión es debida al mayor ó menor número de asperezas que siempre presentan los cuerpos.

La difusión tiene lugar en todas las direcciones al rededor del punto de incidencia.

El poder difusivo de una sustancia es la relación que existe entre la cantidad de calor total difuso y la cantidad de calor incidente.

Absorción.—Emisión.

La absorción del calor consiste en que los átomos de un cuerpo reciben del éter el movimiento que había sido ya comunicado á él por un foco calorífico.

El poder absorvente absoluto de una sustancia es la relación entre la cantidad de calor absorvida por la misma y la cantidad de calor que recibe.

El poder absorvente relativo de una sustancia es la relación que existe entre el calor que esta sustancia absorve comparado con el que absorve otra sustancia tomada como tipo.

El poder emisivo ó radiante de una sustancia es la cantidad de calor que ella emite con relación á otra sustancia tomada como tipo, teniendo ambas la misma superficie y temperatura.

El poder emisivo es igual al poder absorvente si la temperatura y la naturaleza del foco calorífico son las mismas en los dos términos de comparación. (*Leslie, Kirchhoff.*)

Refracción.—Doble refracción.—Polarización. Interferencia.—Difracción.

Refracción del calor es el cambio de dirección que experimentan los rayos caloríficos al pasar de un medio á otro heterogéneo.

La refracción del calor se verifica bajo las mismas leyes que la de la luz.

La doble refracción, polarización, interferencia y difracción se verifican como en la luz.

Diatermancia.

Diatermancia es la propiedad de los cuerpos de dejar pasar á su través el calor radiante.

Los cuerpos se dividen con relación á la diatermancia en cuerpos diatermanos (*dia*, á través y *termos*, calor) y atermanos (*a*, sin, y *termos*, calor) según que dejen pasar ó no el calor radiante; es decir cuando las ondas son transmitidas á través del éter que rodea los átomos de los cuerpos sin comunicarles sensiblemente el movimiento serán diatermanos, y si el movimiento es comunicado por el éter á los átomos son atermanos.

El poder diatermano de una sustancia es la relación entre la cantidad de calor que transmite y la que recibe.

El poder diatermano depende de la naturaleza del foco calorífico, de las sustancias que el calor atraviesa y de su espesor. (*Melloni.*)

Termocrosis.

Termocrosis es la descomposición del haz calorífico en rayos de diferentes especies desigualmente refrangibles. (Se deriva de *termos*, calor y *crosis*, color.)

El calor luminoso, es decir, el calor que se encuentra en la parte visible de los espectros luminosos, es transmitido en la misma proporción que la luz á través de un medio cualquiera. (*Jamin y Masson.*)

Calorescencia, es el haz calorífico que se encuentra mucho más allá del rayo rojo del espectro luminoso. (*Tyndall.*)

La calorescencia y su intensidad dependen del medio que ha producido la dispersión de los rayos caloríficos.

El haz calorífico de rayos oscuros reproduce la luz cuando se ha vuelto convergente por refracción. (*Tyndall.*)

FOTOLOGIA.

Propagación de la luz.

La luz es percibida por el sentido de la vista: no es susceptible de definición.

La luz es producida por las vibraciones del éter.

La onda es la ida y la vuelta de una vibración.

Las vibraciones de la luz son transversales, es decir, perpendiculares á su dirección y tienen lugar todas al rededor de esta dirección en un plano que varía incesantemente en intervalos de tiempo comparables á los de la vibración.

La longitud de la ondulación ó de la onda es el espacio que recorre la ida y la vuelta de cada molécula de éter durante la vibración. La longitud media de la onda es la ida ó la vuelta solo. Una ondulación está compuesta de dos semi-ondulaciones.

Dos moléculas de éter apartadas la mitad de la longitud de una onda (distancia medida en la dirección según la cual se propaga la luz) son afectadas de velocidades iguales, pero en sentido opuesto.

La amplitud de la vibración determina la intensidad de la lnz.

Las vibraciones de una onda luminosa en cada uno de sus puntos pueden ser consideradas como la resultante de los movimientos elementales que la producirían en el mismo instante, obrando aisladamente, todas las

partes de esta onda considerada en una cualquiera de sus posiciones anteriores. (*Principio de Huyghens.*)

Cuerpos luminosos son aquellos que emiten luz propia; é iluminados son aquellos que emiten la luz que reciben de otros.

Cuerpos trasparentes ó diáfanos son aquellos que dejan pasar facilmente la luz á través de su masa. Cuerpos translucidos ó translucientes son los que solo dejan pasar parte de la luz. Cuerpos opacos son los que no dejan pasar absolutamente luz alguna.

Atendiendo á la teoría de las ondulaciones se pueden definir los cuerpos transparentes diciendo que son los cuerpos en los cuales las ondas son transmitidas á través del éter que rodea á sus átomos sin comunicarles sensiblemente movimiento alguno; son translucientes si se comunica parte del movimiento por el éter á los átomos, y opacos si se comunica todo.

La absorción de la luz es su extinción parcial ó total por los cuerpos que ella atraviesa, debida á que los átomos del cuerpo reciben del éter el movimiento que le había comunicado el foco luminoso.

La radiación de la luz consiste en la comunicación del movimiento vibratorio de los átomos de los cuerpos al éter que les rodea.

Se diferencia de la absorción en que en ésta el movimiento es comunicado por el éter y en la primera es transmitido al éter.

El rayo es la dirección según la cual la luz se propaga. El haz es una reunión de rayos.

El haz puede ser convergente, divergente ó paralelo según que los rayos camina aproximándose, separándose ó en dirección paralela.

La luz se propaga en línea recta y con una velocidad constante en un medio homogéneo ó en el vacío.

La luz recorre el vacío de los espacios interplanetarios con una velocidad de 54.000 leguas por segundo.

La luz emana de todos los puntos de los cuerpos luminosos en todas direcciones.

La sombra de un cuerpo es el lugar del espacio donde impide penetre la luz. La penumbra es una zona iluminada solamente por una parte del surco luminoso.

Fosforescencia.

La fosforescencia es la propiedad de ciertas sustancias de emitir luz á temperaturas donde el calor no se produce y aun á la misma temperatura ordinaria.

La fosforescencia es espontánea ó artificial.

La fosforescencia espontánea es propia de ciertos animales solamente. La fosforescencia artificial puede ser producida por el calor, la electricidad, las acciones mecánicas ó la insolación. No persiste después de la causa más que un cierto tiempo solamente cuya duración varia desde algunas milésimas de segundo á algunos días.

Imágenes.

Cuando la luz ha recibido un cambio de dirección, la visión tiene lugar en la dirección del rayo que llega al ojo.

La imagen es la existencia aparente del objeto ó del foco luminoso ó punto de reunión de los rayos ó sus prolongaciones.

La imagen es virtual cuando los rayos son divergentes, y real cuando son convergentes.

La imagen real está formada por los mismos rayos cuya dirección ha sido cambiada, la imagen virtual está formada por sus prolongaciones.

La imagen real toma el nombre de imagen aérea cuando se la puede recibir sobre una pantalla ú observar en el aire.

La cámara oscura es un espacio cerrado por todas partes y no recibe la luz más que por una abertura muy pequeña.

La imagen producida sobre el fondo de la cámara oscura por un objeto exterior es invertida.

La forma de la imagen es independiente de su abertura.

Fotometría.

Fotometría es la parte de la óptica que trata de las leyes de la intensidad de la luz y de la medida de las intensidades de diversos origenes de luz. Se deriva de *fotos*, luz y *metron*, medida.

La intensidad de luz es la cantidad de luz recibida por la unidad de superficies.

La intensidad de luz recibida normalmente por una superficie está en razón inversa del cuadrado de la distancia al punto luminoso.

La intensidad de la luz emitida oblícuamente por una superficie es proporcional al coseno del ángulo formado por el rayo con la normal á la superficie de emersión.

La intensidad de luz recibida oblícuamente es proporcional al coseno del ángulo formado por el rayo con la normal á la superficie iluminada.

El poder iluminante de un cuerpo es proporcional á la extensión de la superficie que ilumina.

La claridad intrínseca real de un cuerpo luminoso es la intensidad de la luz de cada punto físico de su superficie. La claridad aparente de un cuerpo luminoso es el grado de claridad de cada uno de los puntos de su imagen al fondo del ojo.

La luz absoluta de un cuerpo luminoso es igual á la suma de las áreas de sus porciones elementales, multiplicadas cada una por su claridad intrínseca real.

La luz aparente de un objeto es igual á la cantidad de luz que penetra en el ojo.

Dos puntos luminosos tienen la misma cantidad de luz absoluta cuando ellos iluminan con una intensidad igual una superficie mínima y están igualmente distantes ó dos superficies mínimas iguales y colocadas á distancias respectivamente iguales.

Fotómetros son los instrumentos destinados á medir

la intensidad luminosa. Estos son muchos, hasta ahora ninguno llena las condiciones exigidas.

Las unidades empleadas para medir la intensidad luminosa son varias, siendo las principales las siguientes:

El mechero Carcel; es un quinqué que consume por hora 42 gramos de aceite de colza purificado con una llama de 23,5 mm. de altura de mecha. El tubo de cristal tiene 290 mm. de alto por 47 mm. de diametro, y el codo 7 mm. sobre la mecha. (*Dumas y Regnault.*)

La bujía esteárica ó bujia francesa de la Estrella, no es definida con exactitud, si bien se admite que corresponde á un consumo medio de 8 gramos por hora.

El candle ó bujía inglesa de espermaceti (blanco de ballena), tiene un diámetro de 7/8 de pulgada y consume 120 granos por hora, medidas inglesas.

La bujía de parafina, unidad alemana, tiene 20 mm. de diámetro y debe arder con 50 mm. de altura.

Unidad de luz blanca, es la total luz emitida por un centímetro cuadrado de platino en el momento de su solidificación. (*Unidad de Violle, aceptada por la Conferencia Internacional en 3 de Mayo de 1884.*)

Unidad de cada luz simple ó monocromática, es la cantidad de luz de la misma especie emitida normalmente por un centímetro cuadrado de platino á la temperatura de solidificación. (*Unidad de Violle, aceptada por la Conferencia Internacional en 3 de Mayo de 1884.*)

Relación que existe entre las diversas unidades fotométricas.

UNIDADES.	Unidad de Violle.	Carcel.	Bujía de estearina	Candle.	Bujía de parafina.
Violle.	1	2,080	13,520	15,392	15,808
Carcel.	0,481	1	6,500	7,400	7,600
Bujía de estearina	0'074	0,154	1	1,139	1,169
Candle	0'065	0,135	0,879	1	1,027
Bujía de parafina.	0'063	0,132	0,855	0,974	1

Catóptrica.

Catóptrica es la parte de la óptica que trata de las leyes de la reflexión de la luz. Se deriva de *catóptricos,* referente á los espejos.

Reflexión de la luz es el cambio de dirección que esperimentan los rayos luminosos cuando tocan en la superficie de un cuerpo.

Angulo de incidencia es el ángulo formado por el rayo incidente con la normal al punto de incidencia. Angulo de reflexión es el ángulo formado por el rayo reflejado con esta misma normal.

El ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia.

El rayo incidente y el rayo reflejado están en un mismo plano perpendicular á la superficie reflectante.

Difusión es la reflexión de la luz en todos sentidos, al rededor del punto de incidencia. Se ha llamado impropiamente reflexión irregular.

La difusión acompaña á la reflexión especular ó regular.

Espejo es todo cuerpo cuya superficie brillante posee la propiedad de reflejar la luz y de producir la imagen de un objeto.

Los principales espejos son: los espejos planos, esféricos (concavos y convexos) elípticos, hiperbólicos y parabólicos (cóncavos y convexos). cilíndricos (cóncavos y convexos), cónicos. etc.

Espejo plano es toda superficie plana pulimentada.

Un objeto situado delante de un espejo plano da una imagen virtual, derecha, simétrica, del tamaño del objeto, detrás del espejo y sobre la prolongación de la perpendicular trazada desde el objeto al espejo á una distancia igual á la que hay del objeto al espejo.

Dos espejos planos perpendiculares dan tres imágenes de un objeto. Inclinados 45° dan siete, y cuando los dos espejos son paralelos producen de un objeto un número infinito de imágenes.

El número de imágenes que producen dos espejos

planos formando ángulo es igual á 360° dividido por el valor del ángulo de los espejos y restado de uno.

Espejo esférico cóncavo es todo casquete esférico pulimentado por dentro. El eje principal del espejo es la recta que pasa por el centro de figura y por el de la esfera á que corresponde dicho casquete. El centro de curvatura es el centro de la esfera. Los ejes secundarios son las rectas que pasan por el centro de curvatura y un punto cualquiera del casquete. Sección principal es la trazada sobre el espejo por un plano que pase por el eje principal. La abertura es el ángulo formado por las dos rectas trazadas desde el centro de curvatura á las estremidades del arco formado por la sección principal. La normal es la perpendicular al elemento plano tangente á un punto del casquete. Campo es la porción de espacio desde el cual un punto luminoso puede enviar rayos al espejo. Focos reales son los puntos donde concurren los rayos reflejados; focos virtuales son aquellos donde concurren sus prolongaciones. El foco principal es un foco real, tiene posición fija sobre el eje principal (ó sobre los ejes secundarlos haciendo las veces de eje principal) á igual distancia del centro de curvatura que del espejo. Focos conjugados son aquellos focos reales de posición variable sobre el eje. La distancia focal principal es la distancia del foco principal al espejo.

Un objeto situado en el foco principal sobre el eje principal envía al infinito un haz de rayos paralelos al eje principal. Recíprocamente un objeto situado en el infinito envía un haz de rayos paralelos al eje, concurriendo todos en el foco principal después de reflejados.

Un objeto situado sobre el eje principal más allá del foco principal da una imagen real invertida situada sobre este mismo eje. Es mayor que el objeto si está situado entre el foco principal y el centro de curvatura y menor si el objeto está situado más allá del centro de curvatura. Recíprocamente, si el objeto es trasportado al lugar de la imagen ésta se vé en el lugar del objeto

real agrandada é invertida. Estos dos lugares son dos focos conjugados.

Un objeto situado sobre el eje principal entre el foco principal y el espejo da una imagen virtual, derecha y agrandada, situada detrás del espejo en un foco virtual.

Todo eje secundario puede servir de eje principal.

Se puede siempre trazar un eje secundario por un punto situado en el campo del espejo.

La imagen de un objeto cualquiera situado en el campo del espejo puede también ser determinada por los corolarios catóptricos que preceden.

La aberración de esfericidad por reflexión es la falta de limpieza de la imágen, resultado de no concurrir todos los rayos reflejados en el foco principal de los espejos esféricos cóncavos, cuando la abertura pasa de 8.° á 9.°.

Catacaustica ó caustica por reflexión es una superficie luminosa, brillante formada por los puntos de intersección de los rayos reflejados que no se reunen todos en un mismo punto.

Línea focal es la intersección de dos causticas.

Espejo esférico convexo es todo casquete esférico pulimentado por fuera. El foco principal y la distancia focal principal, son negativas ó situadas detrás del espejo.

Un objeto situado en el infinito produce en el foco principal una imagen virtual derecha.

Un objeto situado á una distancia cualquiera menor que el infinito da una imagen virtual derecha y disminuida. en un foco virtual.

Los espejos elípticos, hiperbólicos y parabólicos cóncavos son engendrados por arcos de elipse, hipérbola y parábola girando al rededor de sus ejes.

Un punto luminoso situado en uno de los focos de un espejo elíptico envía al espejo los rayos que reflejados van á concurrir á otro foco.

Un punto luminoso situado en el foco interior de un

espejo hiperbólico envia al espejo los rayos que reflejados van á concurrir al otro foco por sus prolongaciones.

Un punto luminoso situado en el foco de un espejo parabólico envía al espejo los rayos que reflejados son dirijidos paralelamente al infinito. Recíprocamente un punto luminoso situado en el infinito envía rayos paralelos que reflejados van á concurrir al foco.

Las figuras anamórficas (de *ana,* al través y *morfes* forma) son dibujos deformados hechos por el cálculo matemático con objeto de hacer aparecer en los espejos cónicos y cilíndricos las imágenes de los objetos como existen en la realidad.

La reflexión y principalmente la difusión son las causas que hacen visibles todo objeto que no es un foco propio de luz, porque la visión atribuye á los cuerpos reflejados la luz que reflejan después de haberla recibido por incídencia de un foco.

Dióptrica.

Dióptrica es la parte de la óptica que trata de las leyes de la refracción de la luz. Se deriva del griego, ver al través.

Refracción de la luz es la desviación que ella sufre cuando pasa de un medio á otro oblícuamente á la superficie de separación.

La luz no es refractada cuando pasa de un medio á otro siguiendo una dirección perpendicular á la superficie de separación.

El rayo incidente es el que todavía no ha sufrido desviación. El rayo refractado es el rayo desviado.

Angulo de incidencia es el ángulo formado por el rayo incidente con la normal que pasa por el punto de incidencia. Angulo de refracción es el ángulo formado por el rayo refractado con esta normal.

Medio refringente es aquel en que la refracción tiene lugar.

Un medio es más ó menos refringente que aquel de

donde la luz emerge según que el ángulo de refracción sea menor ó mayor que el ángulo de incidencia.

La refrangibilidad de un medio depende de la velocidad con la cual la luz se propaga. Cuanto más grande sea la velocidad tanto más pequeña será la refrangíbilidad.

La refracción va siempre acompañada de la reflexión y por consiguiente de la difusión.

El seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción guardan una relación constante para los mismos medios y variable si los medios cambian. *(Ley de Descartes.)*

El rayo incidente y el rayo refractado están en un mismo plano normal á la superficie de separación de los medios.

Indice de refracción es la relación que existe entre el seno del ángulo de incidencia y el de refracción.

Indice de refracción absoluta es esta misma relación cuando uno de los medios es el vacío.

Indice de refracción relativa es esta misma relación cuando los dos medios son ponderables.

Indice de retorno es el índice de refracción que corresponde al inverso de la marcha de la luz según la cual el ángulo de refracción será el ángulo de incidencia y recíprocamente.

Poder refractivo de una sustancia es el cuadrado de su índice de refracción disminuido en una unidad.

Poder refringente de una sustancia es el cociente del poder refractivo por la densidad.

Angulo límite es el valor del ángulo de incidencia para el cual el ángulo de refracción es recto. (Indices fraccionarios). La emergencia de los rayos es entonces paralela á la superficie de separación de los medios.

Reflexión total es la reflexión de todo el rayo incidente sobre la superficie de separación de los medios cuando el ángulo de incidencia, habiendo pasado del ángulo límite, no puede ya refractarse.

El rayo incidente que cae oblícuamente sobre un

medio más ó menos refringente que el primero y tiene caras paralelas, emerge en una dirección paralela á la que él tenía antes de haber sido refractado.

Lente es todo medio diáfano que tiene la propiedad, por la curvatura de sus superficies, de hacer converger ó diverger los rayos luminosos en virtud de la refracción.

Las lentes, teniendo en cuenta la naturaleza de su curvatura, se han clasificado en esféricas, cilíndricas, elípticas ó parabólicas.

Las lentes esféricas, teniendo en cuenta las combinaciones que las superficies que las forman pueden tener entre sí, se dividen en seis tipos que son: bi-convexa, plano-convexa, cóncavo-convexa convergente ó menisco convergente, bi-cóncava, plano-cóncava y cóncavo-convexa divergente ó menisco divergente.

La lente bi-convexa es un medio comprendido entre dos casquetes esféricos yustapuestos por sus bases que son iguales. Centros de curvatura son los centros de las esferas á que los casquetes pertenecen. El eje principal es la recta que pasa por los dos centros. La sección principal es toda sección obtenida por un plano que pase por el eje principal. La normal en un punto cualquiera es la perpendicular al elemento plano tangente á este punto. Los focos reales son los puntos donde se reunen los rayos refractados. Los focos virtuales son aquellos donde se reunen sus prolongacíones. El foco principal es un foco real tiene posición fija sobre el eje principal. La distancia focal principal es la distancia del foco principal á la lente.

Los focos conjugados son focos reales que tienen posición variable sobre el eje principal. El centro óptico es el punto situado en el eje principal y en el cual los rayos que le atraviesan no sufren desviación angular, es decir, que el rayo emergente es paralelo al de incidencia. El centro óptico corta en dos partes iguales la distancia de los centros de curvatura, si los radios de curvatura son iguales. Está en la intersección del eje principal con la recta que une la extremidad de dos ra-

dios de curvatura paralelos cualesquiera, ya sean estos radios iguales ó desiguales. Divide al eje principal en dos partes proporcionales á los radios de las caras á las cuales tocan. Los ejes sucundarios son rectas que pasan por el centro óptico sin pasar por los centros de curvatura. El rayo luminoso que atraviesa una lente siguiendo un eje secundario es sensiblemente una línea recta. La abertura es el arco de la sección principal de los casquetes.

Un objeto situado en el infinito emite rayos paralelos al eje de la lente que van á reunirse en el foco principal. Recíprocamente un objeto situado en el foco principal envía al infinito un haz de rayos paralelos al eje.

Un objeto situado entre el foco principal y el infinito da una imagen real ó aérea é invertida en un foco real más allá del foco principal del otro casquete; y recíprocamente, el objeto trasladado al lugar de la imágen, ésta se pinta donde antes estaba el objeto. Estos dos lugares son dos focos conjugados. Si el objeto está situado á una distancia doble de la distancia focal; la imagen es del mismo tamaño y está á la misma distancia si los radios de curvatura son iguales. Si el objeto está situado á una distancia mayor que el doble de la distancia focal, la imagen es más pequeña que el objeto si los radios de curvatura son iguales. Si el objeto está situado á una distancia más pequeña que el doble de la distancia focal, la imágen es más grande que el objeto, si los radios de curvatura son iguales.

Un objeto situado entre el foco principal y la lente, da una imagen virtual, derecha y aumentada, colocada al mismo lado de la lente que el objeto, pero más allá que éste, tiene un foco virtual de donde es visible del otro lado de la lente.

Un eje secundario puede siempre ser trazado desde un punto luminoso situado en el campo de la lente.

Un objeto cuyos puntos estén situados sobre ejes secundarios da una imagen situada sensiblemente sobre sus prolongaciones y todo lo dicho respecto á la situación de los focos sobre el eje principal, puede conside-

rarse para los ejes secundarios, con tal que éstos formen con aquel ángulos muy pequeños.

Las distancias focales de dos lentes de sustancias diferentes, pero de un mismo rádio de curvatura, están en razón inversa de las densidades de las dos sustancias.

El microscopio simple es una lente bi-convexa aplicada exclusivamente á las imágenes virtuales.

La lente de proyección ó de convergencia es una lente bi-convexa.

Las propiedades de las lentes bi-convexas se aplican también á la lente plano-convexa y á la menisco convergente.

La lente bi-cóncava es un medio deprimido por dos esferas trasparentes muy próximas á la posición tangentes exteriormente. Las definiciones que se relacionan con la lente bi-convexa, son semejantes para la bi-cóncava, pero esta no tiene más que focos virtuales.

Un objeto situado en el infinito emite rayos paralelos al eje de la lente que van divergentes al otro lado y sus prolongaciones convergen del lado de la incidencia en un foco virtual situado entre el foco principal y la lente, dando una imagen virtual, aérea derecha y disminuida, visible del otro lado.

Un objeto situado en el foco principal de la lente emite rayos que van divergentes al otro lado y sus prolongaciones convergen del lado de la incidencia en un foco virtual situado á la mitad de la distancia focal, donde ellas dán una imagen virtual, aérea, derecha y disminuida, visible del otro lado.

Los ejes secundarios gozan de las propiedades del eje principal.

Las propiedades de la lente bi-cóncava son aplicables también á la lente plano-cóncava y á la menisco-divergente.

La aberración de esfericidad por refración es el defecto de brillantez de la imagen, debido á no concurrir todos los rayos refractados en los focos de las lentes, cuando su abertura pase de 10° á 12°.

Caustica por refración es una superficie luminosa brillante formada por los puntos de intersección de los rayos refractados que no concurren todos en un mismo punto.

El diafragma es un anillo circular que cubre á la lente para reducir su abertura é interceptar los rayos que pasan cerca de sus bordes.

Dispersión.—Cromatismo.

Dispersión es la descomposición de la luz blanca en siete luces simples que son: violeta, añil, azul, verde, amarilla, anaranjada y roja.

Angulo de dispersión es el ángulo en el cual los diferentes rayos ó luces se manifiestan.

Coeficiente de dispersión es la diferencia entre los índices de refracción de los rayos extremos del espectro.

Dispersión parcial es la diferencia entre los índices de refracción de dos rayos cualesquiera, cuando ellos no son extremos dos á dos.

El poder dispersivo de una sustancia es la relación entre el coeficiente de dispersión y el índice de refracción de los rayos medios disminuido en una unidad.

Las siete luces simples son desigualmente refrangibles, cada una de ellas, teniendo un índice de refracción que le es propio. El orden de refrangibilidad decrece del violado al rojo.

La refracción produce por consiguiente la dispersión.

Las siete luces simples son indescomponibles cada una, pero refrangibles indefinidamente.

Cromatismo es la parte de la óptica que trata de los colores. Se deriva de cromos, color.

Color es la manera que tienen las luces de impresionar el órgano de la visión. El color puro ó simple es el que es producido por una sola luz simple. Matiz es el resultado de la mezcla de colores puros en diversas proporciones. Tono es el resultado de la mezcla de un ma-

tiz con el blanco ó el negro. El tono de un matiz disminuye con el blanco y aumenta con el negro. *(Definiciones de Chevreul).*

Colores complementarios son los que reunidos forman el blanco. El verde y rojo; el ázul y anaranjado; el violado y amarillo son complementarios dos á dos. (*Newton.*)

Un color cualquiera tiene su color complementario.

Una luz intensa comunica á la más débil su color complementario.

El color de un cuerpo es el resultado de las varias luces que él refleja ó trasmite.

Sustancias policroicas son aquellas cuyo color varía con el espesor.

Una sustancia es policroica cuando su poder absorvente no es el mismo para las siete luces simples.

La percepción del color se efectúa con una iluminación menor que la percepción de forma.

Sea cual fuere el color puro, existe para un mismo objeto una relación constante entre la cantidad de luz correspondiente á la percepción de este color y la cantidad de luz correspondiente á la distinción exacta de los puntos luminosos. (*M. A. Charpentier.*)

Existen dos acciones bien distintas de los rayos luminosos en el aparato visual; una que origina la percepción rudimentaria de claridad, difundida casi igualmente en todos los puntos de la retina; y otra que obra más eficazmente en el centro de la retina y que da origen por una parte á la sensación de color, y por otra, á la distinción de los puntos luminosos múltiples. (*M. A. Charpentier*).

La percepción del color no es más que la apreciación de la diferencia de excitación que producen rayos determinados, por una parte en el aparato de la sensibilidad luminosa; y por otra parte en el aparato de la sensibilidad visual propiamente dicha ó de la distinción de formas. (*M. A. Charpentier*).

El análisis prismático es la determinación de los co-

lores simples de que está compuesto el color de un cuerpo por medio de la dispersión que les separa.

Todo color reflejado ó trasmitido por los cuerpos es descomponible cuando no ha sido todavía dispersado, aun no siendo simple.

Toda luz solar, estelar ó artificial (electricidad, acciones químicas, calor, fosforescencia, etc.) es descomponible, excepto la de la lámpara monocromática con alcohol salado que da una luz amarilla pura, sensiblemente indescomponible.

La longitud de la onda de cada una de las siete luces simples, es diferente:

La onda	de la luz	violeta	tiene una longitud de	$0,^{m}000000423$
»	»	indigo	»	$0,^{m}000000449$
»	»	azul	»	$0,^{m}000000475$
»	»	verde	»	$0,^{m}000000512$
»	»	amarilla	»	$0,^{m}000000551$
»	»	anaranjada	»	$0,^{m}000000583$
»	»	roja	»	$0,^{m}000000620$

El mínimum y el máximum de longitud necesaria para que una onda de éter produzca la visión está representada respectivamente por los números $0,^{m}000000423$ y $0,^{m}000000620$.

La velocidad de propagación, siendo la misma para las siete luces simples el tiempo qne tarda el movimiento en propagarse de una extremidad á otra de la onda, es igual al cociente de la longitud de la onda dividida por la velocidad de propagación de la luz.

Siendo para el color	violado	728	Billones de vibraciones
»	azul oscuro	686	
»	aznl claro	648	
»	verde medio	601	
»	amarillo medio	558	
»	anaranjado medio	528	
»	rojo medio	497	

Espectro de la luz es la proyección sobre una pantalla de las siete luces simples debidas á la dispersión.

El máximum de intensidad de la luz en el espec-

tro tiene lugar en el amarillo. y el mínimum en el violado.

El color oscuro que crece en intensidad produce la luz. Le dispersión de esta luz no produce el espectro entero del cual ha tomado nacimiento. La luz roja solo aparece entonces, pues los otros sucesivamente dan el órden que ocupan en el espectro. Este órden es también el mismo que el de su refrangibilidad creciendo del rojo al violado. (El rojo aparece con el color oscuro sombrío y el violado con el color blanco).

El espectro calorífico es el producido por los rayos caloríficos que acompañan á los rayos luminosos. Tiene una longitud doble alrededor del espectro luminoso y se estiende más allá del rojo en una longitud casi igual á la de este espectro: la otra mitad coincide con él. La dispersión del calor acompaña entonces á la de la luz.

El máximum de la intensidad del espectro calorífico tiene lugar más allá del rojo, hacia la mitad de la región invisible. *(Müller.)*

Los rayos invisibles del espectro calorífico, estando separados de los rayos luminosos y vueltos á converger por la interposición de un medio lenticular, opaco, diatermano, pueden reproducir la luz en el foco donde ellos convergen, creciendo el calor oscuro en intensidad dan nacimiento á la luz. (*Tyndall.*)

Un cuerpo envía radiaciones de todos los grados de refrangibilidad cualquiera que sea su temperatura. *(E. Lecher.)*

La distribución en el espectro de las radiaciones emitidas es independiente de la temperatura. *(E. Lecher.)*

La fluorescencia es la propíedad que poseen ciertas sustancias de hacer luminosas de invisibles que eran las ondulaciones del éter existentes más allá del violado del espectro de la luz, que se encuentra de este modo alargado.

La fluorescencia se diferencia de la fosforescencia en que en esta la vibración producida por las ondas luminosas se propaga hasta cierta profundidad debajo de la



superficie del cuerpo fosforescente; y que en la fluorescencia estas vibraciones no pasan de las capas más próximas á la superficie donde choca la luz. *(P. I. S. Provenzali.)*

Los rayos invisibles hechos luminosos por la fluorescencia son llamados rayos ultraviolados. Aparecen bajo la forma de un resplandor pálido. *(Stookes.)*

Los rayos fosforogénicos son los rayos del espectro luminoso que tienen la propiedad de producir la fosforescencia. *(Becquerel.)*

Toda superficie refleja, en proporciones variables, todas las radiaciones del espectro. *(Ley de M. Chardonet.)*

El poder reflector de un líquido es independiente de las sustancias que tiene en disolución ó en suspensión. *(Ley de M. Chardonet.)*

El pulimento especular influye aumentando la cantidad total de radiaciones reflejadas, al paso que la intensidad relativa de las diferentes regiones del espectro, y por lo tanto el color actínico del cuerpo depende de la naturaleza de este. *(Ley de M. Chardonet.) (No está rigurosamente demostrada.)*

La fotografía es la parte de la óptica que se ocupa de la fijación de las imágines luminosas: toma el nombre de daguerreotipo cuando esta fijación tiene lugar sobre placas metálicas. Se deriva de *footos*, luz y *grafoo* dibujo.

Los rayos químicos del espectro luminoso son una especie de rayos situados principalmente en el violado y más allá de él, que tienen la propiedad de producir ciertas acciones químicas sirviendo de base á la fotografía algunos de ellos. *(Scheele, Vollastón.)*

La luz amarilla del espectro no contiene casi rayos químicos.

El colodión es una disolución de piroxilina en éter y alcohol destinada á retener en sus células la sustancia que la luz debe impresionar. El sensibilizador es la disolución de la sustancia impresionable, (descomponible por la luz.) El reductor es la sustancia que tiene la propiedad de continuar y finalizar la acción de la luz. El fi-

jador es la sustancia que disuelve la sustancia sensible no impresionada. La prueba positiva es aquella en la cual las tintas están en su orden natural. La prueba negativa es aquella en la cual las tintas están invertidas y que se designan con el nombre de *cliché* y sirve para tirar un número indefinido de pruebas positivas.

Rayos continuadores son una especie particular de rayos del espectro luminoso que sin tener la propiedad de producir las acciones químicas, tienen la de continuarlas cuando ellas han comenzado. (*Becquerel.*)

La espectroscopia es la parte de la óptica que trata de las rayas de los espectros luminosos, se deriva del griego *spectro*, espectro y *scopeoo*, observo.

Las rayas son líneas dispuestas transversalmente en los espectros. Se dividen en brillantes y oscuras. Las rayas brillantes son aquellas que están dotadas de color. Las rayas oscuras son aquellas que están privadas de color y por consiguiente de luz.

Las rayas brillantes de un espectro son producidas por la presencia de un cuerpo simple ó compuesto en el foco luminoso que da nacimiento al espectro.

Todo cuerpo simple metal ó metaloide introducido en un foco luminoso de una intensidad suficiente á volatilizarlo, si el no es gaseoso, prodnce nn espectro que tiene una raya ó conjunto de rayas brillantes; cuyo número, color y posición en el espectro son invariables para cada cuerpo. El mínimum de estas rayas es una; el máximum es indeterminado: se han observado hasta setenta para un solo cuerpo.

Todo cuerpo compuesto de uno ó más metales da en el espectro los sistemas de rayas pertenecientes á cada uno de los metales que contiene; pero las de los metaloides no aparecen en presencia de los metales.

Una raya brillante cualquiera, está siempre situada en el color del espectro que es el suyo, de modo que no hace más que reforzar su intensidad lumínica, apareciendo como una banda delgada luminosa y brillante colocada trasversalmente sobre el espectro.

Una raya oscura es una raya brillante trastornada.

Una raya brillante está trastornada por la interposición de un medio gaseoso incandescente conteniendo volatilizado el mismo cuerpo que ha producído la raya. Una sustáncia que tiene la propiedad de emitir en mayor abundancia cierta especie de luces, es decir de producir ciertas rayas brillantes, tiene por consiguiente al mismo tiempo el máximum de poder absorvente para estas mismas especies de luces y por consiguiente la propiedad de introducir en el espectro rayas oscuras correspondientes á aquellas, indicando que dichas luces están apagadas.

El espectro solar no encierra más que rayas oscuras resultantes del trastornamiento de las rayas brillantes del núcleo por la fotoesfera. (*Kirchhoff* y *Bunsen.*)

El número de rayas del espectro solar es indeterminado. Se han observado más de tres mil. Las ocho rayas principales son. la raya *A* al límite extremo del rojo; la raya *B* al medio; la raya *C* al límite del rojo y del anaranjado; la raya *D* en el amarillo; la raya *E* en el verde; la raya *F* en el azul, la raya *G* en el índigo ó añil y la raya *H* en el violado. (*Fraunhofer.*)

Los rayas fijas del espectro son debidas al sol; las rayas telúricas ó variables á la absorción del aire.

La relación entre las cantidades totales de materia absorvente es la de los senos de las alturas del sol en las que se ha observado la igualdad entre una raya telúrica y una misma raya metálica. (*Ley de A. Corme.*)

El análisis espectral es el análisis químico efectuado por medio de las rayas brillantes ú oscuras que están en los espectros de la luz.

Ha conducido á conocer los cuerpos simples que existen en el sol, en las estrellas, en los cometas y en toda la inmensa estensión de los cielos, habiendo encontrado los mismos elementos que la química ha dado á conocer en el globo terráqueo. (*Kirchhoff, Bunsen, Huggins y Sechi*).

La sensibilidad del análisis espectral tiene por límite

conocido, la presencia de $\frac{1}{3000000000}$ de gramo de ciertas sustancias en un foco luminoso. Esta cantidad es suficiente para hacer aparecer las rayas en su espectro.

A diversas temperaturas un mismo vapor da rayos de tal modo desiguales en número y posición que si se calienta bastante sucede al espectro ordinario un espectro nuevo. (*M. Norman Lockyer.*)

La aberración de refrangibilidad consiste en la existencia de siete focos distintos muy próximos existentes en toda lente en lugar de un foco único; la refracción va siempre acompañada de dispersión.

El acromatismo de *a* sin y *cromos*, color, es la refracción sin dispersión realizada por el apareamiento de dos medios desigualmente refrangibles dispuestos para dispersar la luz en sentido contrario uno de otro y compensar así mútuamente su efecto dispersívo. El acromatismo puede ser aplicado á los prismas y á las lentes.

Prísma en óptica es todo medio trasparente comprendido entre dos caras planas inclinadas la una sobre la otra, que tiene la propiedad de producir la dispersión de la luz. La arista es la línea de intersección de éstas dos caras. El ángulo refringente es el ángnlo que ellas forman. Las secciones principales son las secciones perpendiculares á la arista.

Angulo refrigente del prisma es el diedro formado por las dos superficies diáfanas. Vertice es la intersección de ellas. Base es la cara opuesta á la arista.

Los prismas ópticos son los prismas triangulares equiláteros y rectangulares rectos ó dos prismas con ángulo variable.

Angulo de desviáción es el ángulo formado por el rayo incidente y el emergente.

El ángulo de desviación aumenta con el índice de refracción y con el ángulo refringente del prisma.

El ángulo de desviación decrece con el ángulo de incidencia hasta un cierto límite llamado mínimum de desviación.

El mínimum de desviación tiene lugar cuando los ángulos de incidencia y de emergencia son iguales.

El rayo luminoso refractado en la primera cara de un prisma no puede emerger en la segunda mientras el ángulo refringente del prisma sea menor que el doble del ángulo límite de la sustancia de que él está formado.

La reflexión total puede producirse en el prisma rectangular cuando el rayo incidente forma con la cara de la hipotenusa un ángulo más grande que el ángulo límite de la sustancia de que está hecho el prisma. El rayo sale por la tercera cara después de haber sufrido la reflexión total.

Doble refracción.

La doble refracción tiene lugar cuando un rayo incidente único da nacimiento á dos rayos refractados. (*Bartholin*).

Medios bi-refringentes son aquellos que tienen la propiedad de producir la doble refracción. Los cristales que no pertenecen al sistema cúbico son bi-refringentes. Los cristales del sistema cúbico y los cuerpos no cristalizados pueden hacerse bi-refringentes por el temple, la desigual compresión ó flexión ó el desigual calentamiento.

La propiedad de la doble refracción es debida á la desigual densidad del eter en el interior de los cuerpos.

Los liquidos y los gases nunca son bi-refringentes.

El rayo ordinario es aquel que en la doble refracción sigue las leyes de la refracción sencilla.

El rayo ordinario es aquel que no está sometido á estas leyes, atendiendo que la relación entre el seno del ángulo de incidencia y el de refracción no es constante y que el plano de refracción no coincide con el de incidencia.

El rayo extraordinario da orígen á la imágen ordinaria y el extraordinario á la imágen extraordinaria.

El rayo ordinario y el extraordinario tienen índices diferentes.

Los cristales positivos son aquellos en los cuales el

índice del rayo ordinario es el más pequeño. Los cristales negativos son aquellos en los cuales el índice del rayo ordinario es el mayor (*Fresnel*).

Ejes ópticos ó de doble refracción de un cristal son las direcciones según las cuales sólo se verifica la refracción sencilla.

Los cristales de un eje son aquellos en los cuales la refracción sencilla no se produce más que en una dirección. En un cristal de un eje la disposición molecular es simétrica al rededor del eje. La sección principal de un cristal de un eje es el plano que pasando por el eje óptico es perpendicular á una cara del cristal.

El eje de doble refracción coincide siempre con el eje de cristalización en los cristales de un eje. (*Ley de Brewster*).

Son cristales de un eje todos los que pertenecen al sistema romboédrico y los derivados del segundo sistema cristalográfico.

El rayo ordinario, cualquiera sea su plano de incidencia, sigue siempre las leyes de la refracción sencilla.

En toda sección perpendicular al eje el rayo extraordinario sigue también éstas dos leyes como el rayo ordinario, pero su índice de refracción no es el mismo que el de este último rayo.

En toda sección principal el rayo extraordinario no sigue más que la segunda ley de la refracción sencilla, es decir, que los planos de incidencia y de refracción coinciden, pero que la relación de los senos de los ángulos de incidencia y de refracción no es constante.

La velocidad de la luz en un cristal de un eje no es la misma para el rayo ordinario que para el extraordinario: la diferencia de los cuadrados de éstas dos velocidades es proporcional al cuadrado del seno del ángulo que el rayo extraordinario forma con el eje.

Los cristales de dos ejes son aquellos que presentan dos direcciones en los cuales la luz no se bifurca. No presentan simetría ni al rededor de un punto, ni al rededor de un eje. La línea media ó intermedia es una rec-

ta que divide el ángulo agudo de los dos ejes ópticos en dos partes iguales. La línea suplementaria es aquella que divide del mismo modo el ángulo obtuso de los dos ejes. La línea media y la suplementaria son perpendiculares la una á la otra en el plano de los ejes. Los ejes de cristalización ó de elasticidad son la línea media, la línea suplementaria y una tercera recta perpendicular al plano de los ejes ópticos. Las secciones principales son los planos trazados por las líneas media y suplementaria perpendicularmente al de los ejes ópticos. La primera se llama sección media y la segunda sección suplementaria.

Son cristales de dos ejes los que cristalizan en el tercero, quinto y sexto sistema y sus derivados.

En los cristales de dos ejes ninguno de los dos rayos sigue las leyes de la refracción ordinaria. Sin embargo en toda sección perpendicular á la línea media, uno de los dos rayos refractados sigue las leyes de la refracción sencilla y en toda sección perpendicular á la línea suplementaria es el otro el que sigue éstas leyes. (*Fresnel*).

La dirección de los ejes ópticos no es la misma para las siete luces simples, pero la línea media es siempre la misma. (*Herschel*).

Interferencia.

Interferencia es la acción que ejercen dos rayos luminosos cuando emitidos por un mismo foco se encuentran bajo un ángulo muy agudo. Consiste el fenómeno en aparecer sobre la pantalla en que los rayos se proyectan una série de bandas claras y oscuras alternativamente.

Dos rayos cuya onda tenga la misma longitud é intensidad que se encuentren bajo un ángulo muy agudo y cuyas vibraciones coinciden aumentan sus intensidades. Las vibraciones coinciden cuando uno de los dos rayos avanza ó retarda sobre el otro un número par de semi-ondalaciones. (*Fresnel*).

Dos rayos cuya onda tenga la misma longitud é intensidad, que se encuentren bajo un ángulo muy agudo y cuyas vibraciones no coinciden, se destruyen mútuamente y dan oscuridad. Las vibraciones no coinciden cuando uno de los dos rayos avanza ó retarda sobre el otro, un número impar de semi-ondulaciones. (*Fresnel*).

La banda brillante es el lugar donde las intensidades de los rayos se aumentan. La banda oscura es aquella donde ellos interfieren.

La franja es la reunión de bandas brillantes y oscuras que nacen de los diversos lugares de encuentro de los rayos.

La longitud de dos franjas ó el intervalo entre los medios de dos franjas está en razón inversa del valor del ángulo de los rayos interferentes; y el intervalo de los medios de dos bandas oscuras ó brillantes consecutivas es igual á la longitud de la ondulación dividida por el seno del ángulo bajo el cual se cruzan los rayos.

Las franjas monocromáticas son aquellas que son producidas por una de las luces simples; no presentan más que un color en las bandas brillantes. Las franjas irisadas son aquellas que son producidas por la luz blanca; presentan los colores del espectro en las bandas brillantes.

Las bandas monocromáticas son tanto más grandes cuanto la luz simple, que les ha dado nacimiento, es más refrangible: de donde se sigue que la luz blanca produce las bandas irisadas.

Los cuerpos diáfanos sólidos, líquidos ó gaseosos reducidos á láminas delgadas tienen la propiedad de descomponer la luz que cae sobre ellos; y las luces simples puestas en libertad por esta descomposición son visibles por reflexión ó por refracción.

La coloración de las láminas delgadas vistas por reflexión es un fenómeno de interferencia. Los rayos que caen sobre la lámina son reflejados en parte por la primera superficie y en parte por la segunda. De aquí un retardo en la marcha que hace interferir los dos haces, (*Young.*)

La coloración de las láminas delgadas vistas por refracción ó transmisión es un fenómeno de interferencia. Los rayos que caen sobre la lámina son en parte transmitidos directamente, la otra parte es trasmitida solamente después de dos reflexiones interiores sobre las caras de la lámina. (*Young.*)

Los anillos coloreados de las láminas delgadas son los círculos dotados de colores que nacen en una lámina líquida ó gaseosa comprimida entre un plano y la superficie de una lente de foco largo cuando la luz es reflejada ó trasmitida por esta lámina.

El anillo de primer orden es el más próximo al centro y así sucesivamente cada uno de los anillos siguen un orden tal en que el rojo está representado por un número que tiene una unidad más elevada que el que precede.

Los anillos coloreados se originan también por la compresión de una lente de foco largo sobre un plano en el vacío es decir cuando la lámina delgado no existe materialmente y está representada por una lámina de vacío.

Las luces simples producen anillos alternativamente brillantes y oscuros. Los anillos brillantes tienen el color de la luz que los produce.

El diámetro de los anillos reflejados de un mismo orden es tanto más pequeño cuanto la luz que les produce es más refrangible.

Los anillos irisados son los que produce la luz blanca; están compuestos de las siete luces simples y tienen los anillos diámetros desiguales, su superposición no puede efectuarse.

La mancha circular colocada en el centro del anillo interior y por consiguiente el punto de contacto del plano tangente con la lente es negro para los anillos reflejados.

Los espesores de la lámina delgada gaseosa son entre sí como la serie de los números pares 0, 2, 4, 6, 8, 10,...... para los anillos reflejados oscuros, y como la de

los números impares 1, 3, 5, 7, 9,...... para los anillos brillantes, cualquiera sea la curvatura de la lente y el color de la luz. (*Ley de Newton.*)

El espesor de la lámina delgada de aire disminuye á medida que la refrangibilidad aumenta:

ELLA ES DE	0,m00000016115	para	el rojo estremo.	Del medio del anillo del primer orden
	0,m00000014895	"	anaranjado rojizo.	
	0,m00000014270	"	amarillo anaranjado	
	0,m00000013301	"	verde amarillo.	
	0,m00000012297	"	azul verdoso.	
	0,m00000011464	"	añil azulado.	
	0,m00000010980	"	violado añil	
	0,m00000010151	"	violado extremo.	

(*Newton.*)

Los cuadrados de los diámetros de los anillos brillantes reflejados son entre sí como la serie de los números impares 1, 3, 5, 7, 9,...... y los cuadrados de los diámetros de los anillos oscuros como la serie de los números pares. 0, 2, 4, 6, 8,...... (*Ley de Newton.*)

Los anillos brillantes refractados ocupan el lugar de los anillos oscuros reflejados. (*Newton.*)

Los colores de los anillos refractados son complementarios de los anillos reflejados.

La mancha circular colocada en el centro del anillo interior, y por consiguiente el punto de contacto del plano tangente á la lente, es blanco para los anillos refractados.

Los cuadrados de los diámetros de los anillos brillantes refractados son entre sí como la série de los números pares 0, 2, 4, 6, 8... y los cuadrados de los diámetros de los anillos oscuros como la série de los números impares 1, 3, 5, 7, 9.... (*Ley de Newton*).

La diferencia entre el espesor al borde interior y al borde exterior es la misma en todos los anillos brillantes ú oscuros. (*Ley de Newton*).

El aumento del espesor llega á ser más rápido cada vez, cuando la distancia del centro aumenta; la longitud de las bandas anulares debe por consecuencia disminuir y por consiguiente los anillos llegan á ser cada vez más estrechos.

Los espesores de dos sustancias á los lugares de los anillos del mismo órden están en razón inversa de los índices de refraccion de éstas sustancias.

Los anillos coloreados de una lámina delgada comprimida por dos medios tales que el índice de la sustancia de la lámina sea más grande que el del medio superior y más pequeño que el del medio inferior, dan por reflexión un sistema cuyo centro es blanco, análogo al que se obtiene por refracción, cuando la lámina delgada tiene un índice más grande ó más pequeño que el de éstas sustancias entre las cuales ella está interpuesta.

Los colores cambian en cada sustancia con el espesor de la lámina delgada y con la oblicuidad del ángulo de reflexión bajo el cual tiene lugar la visión. Estos desaparecen cuando la lámina es demasiado delgada ó demasiado espesa.

La visión deja de tener lugar siguiendo el eje de la lente, los anillos reflejados ó trasmitidos se agrandan cada vez más con la oblicuidad de la misma, quedando sometidos á las mismas leyes.

El espesor de la lámina delgada correspondiente á un anillo de cierto órden es tanto más grande cuanto mayor es la oblicuidad. Es igual en el caso de la visión oblícua á la de la visión perpendicular multiplicada por la secante del ángulo de oblicuidad, cuando la lámina delgada es de la misma sustancia que la del medio ambiente (*Ley de Newton*).

Los anillos coloreados de las láminas espesas son círculos dotados de colores como los de las láminas delgadas y que nacen cuando un haz luminoso cae normalmente sobre un espejo esférico cóncavo, formado de una sustancia trasparente unida á un medio opaco metálico y pulimentado.

Los diámetros de los anillos coloreados de las láminas espesas están sometidos á las mismas leyes que las de los anillos producidos por láminas delgadas. (*Ley de Newton*).

Las luces simples guardan también con los diámetros

las mismas relaciones que en las láminas delgadas. (*Ley de Newton*).

Los diámetros de los anillos producidos por espejos del mismo radio y de espesor diferente están en razón inversa de las raices cuadradas de sus espesores. (*Ley de Newton*).

Los diámetros de los anillos son proporcionales á la raiz cuadrada del índice de refracción del espejo.

Los anillos coloreados de las láminas espesas son un fenómeno de interferencia. Los rayos reflejados y difusos de los espejos interfieren entre sí.

Los anillos coloreados se producen también por la reflexión sobre un espejo esférico cóncavo metálico interponiendo una lámina trasparente entre el espejo y el foco luminoso. (*Duque de Chaulnes*).

Los anillos coloreados se producen por refracción cuando se interpone un medio corpuscular entre el foco y el órgano de la visión.

Los anillos coloreados se producen todavía por otras combinaciones de interferencia. Las principales son: los anillos de Pouillet, de Stookes y de Babinet.

Las franjas de interferencia de láminas espesas son las que resultan de la interferencia de los rayos que han sufrido reflexiones múltiples sobre las caras de las láminas espesas, (*Brewster*).

Difracción.

La difracción es una modificación que experimenta la luz, cuando roza la superficie de un cuerpo ó cuando atraviesa una abertura pequeña; modificación en virtud de la cual los rayos luminosos parecen doblarse y penetrar en la sombra.

La difracción va acompañada de franjas de interferencia producidas por los rayos reflejados en los bordes que interfieren con los rayos directos.

Las franjas son independientes de la naturaleza de

los cuerpos que rodean la sombra y de la forma de sus bordes,

Las franjas siguen todos los contornos de los cuerpos y son paralelas. No obstante, en todas partes donde hay un ángulo saliente y agudo se colocan al rededor del vértice; y en todas partes donde hay un ángulo entrante se cruzan y llegan á tocar la sombra de cada lado sin confundirse ni interferir.

Las luces simples, como difractadas por una lente rectilínea, dan franjas interiores y exteriores.

Las franjas interiores están situadas en la sombra y las exteriores fuera de la sombra.

Las bandas de las franjas interiores tienen todas la misma longitud, que es la distancia del eje á la banda brillante del primer orden, es decir que las distancias del medio de las bandas oscuras al eje forman una progresión aritmética cuya razón es igual al primer término.

Las franjas interiores se propagan sensiblemente siguiendo líneas rectas, de donde se sigue, que las distancias de los medios de dos bandas consecutivas está en razón inversa de la distancia que separa la pantalla ó el foco de la lente de la hendidura.

La longitud de las bandas está en razón inversa de la longitud de la abertura y cuando ésta se aumenta ó la pantalla se aproxima, el número de bandas crece disminuyendo su longitud.

Las longitudes absolutas de las bandas están en razón inversa de los índices de refracción de los medios en los cuales son producidas.

La luz emanando de una hendidura rectilínea y atravesando dos hendiduras extrechas, paralelas y próximas dan nacimiento á bandas que se propagan siguiendo ramas hiperbólicas, cuyos focos son las dos hendiduras luminosas, y las franjas brillantes y oscuras así formadas tienen sensiblemente la misma longitud. Estas longitudes están en razón inversa de las distancias de las hendiduras entre sí para todas las luces simples. Las distancias de las bandas brillantes al eje del haz, varían como

los números impares y los centros de las bandas oscuras como los números pares para una misma luz. Además estas franjas producidas por las dos aberturas tienen tambien las franjas debidas á la hendidura como si estuviese sola.

La luz que emana de una hendidura rectilínea ó de una abertura circular que encuentre un cuerpo muy delgado produce una sombra que se propaga siguiendo una curva hiperbólica y la sombra va acompañada de franjas interiores y exteriores. La longitud de las bandas interiores varia en razón inversa del diámetro del cuerpo. (*Newton.*)

La luz emanada de un punto luminoso que atraviesa un orificio circular de pequeño diámetro produce anillos coloreados en la parte clara de la imagen y en la sombra. Para aberturas desiguales los diámetros de los anillos están en razón inversa de las aberturas. Las distancias al centro de los rayos de una refrangibilidad dada forman en cada caso una progresión aritmética cuya diferencia constante es un poco menor que el primer término.

La luz emanada de un punto luminoso que atraviesa un anillo circular muy estrecho, da por imagen una mancha circular rodeada de anillos coloreados cuyos diámetros no dependen de el de la abertura anular sino de su longitud. Estos diámetros son los intervalos entre las franjas homólogas situadas á los dos lados de la línea central en la imagen producida por una abertura rectilínea de una longitud uniforme.

La luz emanando de un punto luminoso y viniendo á atravesar dos aberturas iguales muy próximas, los anillos se forman al rededor de cada una de ellas, como si interviniese sola y produce además una serie de franjas estrechas paralelas entre sí y perpendiculares á la recta que une los centros de las aberturas; mas dos sistemas de franjas rectilíneas y paralelas de forma de una cruz de San Andrés y que son igualmente inclinadas con relación á las franjas precedentes. Si las aberturas

tienen diámetros diferentes se ven todavía las franjas circulares que cercan cada una, pero los otros dos géneros de franjas son reemplazados por un sistema de bandas hiperbólicas teniendo por foco común una de las dos aberturas. (*Grimaldi*).

La luz emanando de un punto luminoso al encontrar un disco pequeño metálico produce anillos interiores y exteriores y el centro de la sombra está tan iluminado como si no tuviese pantalla. Este centro luminoso es tanto más grande cuanto el diámetro del disco sea más pequeño. (*Poissón, Arago*).

La luz emanada de un punto ó de una línea luminosa y viniendo á caer sobre un espejo, produce los mismos fenómenos que si fuese directa; y todo sucede como si los rayos emanasen realmente del foco luminoso y atravesasen oblícuamente una abertura igual á la longitud del espejo. Si el espejo es largo, su superficie, que aparece brillante, está adornada de franjas parecidas á las que rodean los bordes de los cuerpos. Si el espejo es estrecho produce las franjas de dos hendiduras paralelas. Una línea negra, opaca, trazada sobre un espejo, produce las franjas de la sombra de un cuerpo estrecho.

La luz blanca se difracta:

1.° Por una hendidura rectilínea estrecha, dando franjas interiores llamadas espectros de primera clase. (Tiene rayas fijas).

2.° Por dos aberturas rectilíneas estrechas dan las franjas ó espectros debidos á cada hendidura, éstos resultan de la influencia de dos aberturas, se llaman espectros imperfectos de segunda clase. (Sin rayas fijas). (*Definición de Fraunhofer*).

3.° Por tres hendiduras aparecen los espectros de tercera clase entre el eje y el espectro de segunda clase más próximo.

No hay más que estas tres clases de espectros; pero éstos son modificados á medida que los intersticios llegan á ser más numerosos. Los espectros de tercera clase se hacen más estrechos y se aproximan al eje, hasta

que se confunden para formar por su unión la imagen incolora de la abertura iluminada. Cuando este efecto se realiza, de cada lado del eje hay un espacio negro entre este eje y el primer espectro de segunda clase: éste y los otros llegan á ser cada vez más brillantes hasta que las hendiduras y parte de los rayos interferentes se encuentran en número suficiente para hacer aparecer las rayas fijas y producir espectros perfectos de segunda clase.

Las principales bandas son las bandas rectilíneas, circulares y en mallas cuadradas. Esta última se obtiene cruzando dos bandas rectilíneas en ángulo recto.

La amplitud de las fajas aumenta cuando disminuye la distancia de los dos puntos luminosos.

La amplitud de las franjas aumenta con la longitud de onda de la luz.

Con respecto á las fajas brillantes, la diferencia de las distancias con dos manantiales de luz, es un múltiplo de la longitud de onda, mientras que es un múltiplo de la semi-longitud de onda con respecto á las franjas oscuras.

Una abertura rectilínea luminosa observada á través de una banda rectilínea deja ver una serie de espectros, cuyo número puede elevarse á trece por cada lado. Estos espectros son llamados espectros de primer orden, ... espectros de décimo tercero orden.

Los tamaños de los espectros del mismo orden y las distancias de los puntos homólogos al eje, están en razón inversa de una raya oscura y de una raya trasparente para las bandas diferentes.

Las distancias entre el eje y los puntos homólogos (es decir, que pertenecen á colores ó á rayas fijas semejantes) los espectros que siguen forman para una misma banda una progresión aritmética cuya diferencia constante es igual al primer término.

La banda siendo oblícua con relación á un haz iluminado tendiendo á disminuir la relación entre los espacios oscuros é iluminados de la banda, los espectros

no son ya distribuidos simétricamente de cada lado de la imagen de la abertura.

Una abertura circular luminosa observada á través de una banda en mallas cuadradas, aparece rodeada de una serie de espectros distribuidos segun los radios de un círculo.

Una abertura circular luminosa observada á través de una banda circular aparece rodeada de una série de anillos concéntricos cuyas distancias al centro son las mismas que las distancias de los espectros al eje para las bandas rectilíneas.

Polarización.

La polarización es una modificación de la luz en la cual las vibraciones no tienen todas lugar al rededor del rayo como en la luz natural.

Su estudio comprende la polarización rectilínea, cromática, rotatoria, circular y elíptica.

Polarización rectilínea es el estado de la luz en el cual las vibraciones en lugar de efectuarse todas al rededor del rayo, no se efectúan más que en un sólo plano.

El plano de polarización es el plano en el cual la luz está polarizada.

El plano de polarización es perpendicular al plano de vibración. (*Arago y Fresnel*).

La luz polarizada rectilínea puede ser producida por la reflexión, la refración simple y la doble.

La luz polarizada rectilínea tiene siempre las mismas propiedades cualquiera sea el médio que la haya producido.

El polarizador es un reflector ó refractor que efectua la polarización.

La luz reflejada bajo un cierto ángulo se polariza.

El ángulo de polarización es invariable para una misma sustancia y variable para sustancias diferentes.

El ángulo de polarización es el ángulo de incidencia bajo el cual la luz se polariza por reflexión.

El ángulo de polarización es el ángulo de incidencia cuando el rayo reflejado es perpendicular al rayo refractado. (*Ley de Brewter.*)

La tangente del ángulo de polarización es igual al índice de refracción de la sustancia reflejante. (*Ley de Brewter.*)

El plano de polarización contiene el ángulo de polarización, es decir que la reflexión polariza la luz en el plano de la incidencia ó de la reflexión.

La luz está polarizada por la refracción sencilla cuando la incidencia tiene lugar bajo el ángulo de polarización.

El plano de polarización es perpendicular al plano de incidencia ó de reflexión y por consecuencia al plano de la luz polarizada por reflexión.

La luz es polarizada por la doble refracción. El rayo ordinario está polarizado en el plano de la sección principal del cristal y el rayo extraordinario en un plano perpendicular á esta sección, de donde se sigue que los dos ángulos están polarizados en ángulo recto.

La reunión de dos rayos polarizados en dos planos perpendiculares producen la luz natural; de donde se sigue que la luz natural puede ser considerada como formada de dos haces polarizados en ángulo recto.

El rayo polarizado produce sobre el órgano de la visión la misma impresión que el que no lo es; de donde se sigue que este órgano no los puede distinguir.

El analizador ó polaríscopo es un reflector ó refractor que sirve para conocer si la luz es polarizada ó natural.

La luz polarizada no es suceptible de reflexión bajo el ángulo de polarización en un plano paralelo al plano de polarización.

La luz polarizada no es susceptible de la refracción sencilla bajo el ángulo de polarización en un plano paralelo al plano de polarización.

La luz polarizada sometida á la doble refracción no da rayo ordinario si no solamente un rayo extraordina-

rio cuando el plano de polarización es perpendicular al plano de la sección principal del cristal bi-refringente. Cuando estos dos planos coinciden, el rayo extraordinario se debilita tanto como el rayo ordinario es refractado. Cuando los dos planos forman un ángulo de 45° la intensidad de los dos rayos es la misma. En fin en todas las otras posiciones, la intensidad de los rayos varía, la del ordinario va creciendo y la del extraordinario decreciendo si la rotación de los planos tiende hacia la coincidencia; la del ordinario va decreciendo y la del extraordinario creciendo si la rotación de los dos planos les aleja de la coincidencia.

El analizador puede por lo tanto funcionar como polarizador y recíprocamente.

Dos rayos polarizados en el mismo plano interfieren entre sí como dos rayos naturales. (*Ley de Arago y Fresnel.*)

Dos rayos polarizados en dos planos perpendiculares no interfieren del mismo modo que dos rayos naturales. (*Ley de Arago y Fresnel.*)

Dos rayos polarizados desde luego en planos perpendiculares pueden ser inducidos en el mismo plano de polarización sin adquirir por esto la propiedad de interferir entre sí. (*Ley de Arago y Fresnel.*)

Dos rayos polarizados en planos perpendiculares y vueltos enseguida al mismo estado de polarización interfieren como la luz natural, si han sido primitivamente polarizados en un mismo plano. (*Ley de Arago y Presnel.*)

En los fenómenos de interferencia para los rayos que han sufrido la doble refracción, el lugar de las franjas coloreadas no está determinado únicamente por la diferencia de los caminos ó de las velocidades, puesto que es preciso tener en cuenta una semi-ondulación en más ó menos, según que se considere el plano de la refracción extraordinaria ú ordinaria. (*Ley de Arago y Fresnel.*)

La polarización cromática comprende los fenómenos de interferencia que produce la luz polarizada rectilínea

cuando atraviesa los medios bi-refringentes en láminas delgadas.

La polarización cromática se produce cuando un haz polarizado rectilíneo encuentra una lámina delgada de un cristal de un eje en una dirección tal que su plano de polarización no sea ni perpendicular ni paralelo á la sección principal del cristal; porque entonces el haz se divide en otros dos, ordinario y extraordinario, de intensidad igual si el plano del haz primitivo forma 45° con la sección principal del cristal y de intensidad desigual si forma otros ángulos; y estos dos grupos de rayos siguen el mismo camino siendo su separación insensible á causa del débil espesor de la lámina, teniendo velocidades diferentes, sin que puedan sin embargo interferir, estando polarizado en ángulo recto; pero como ellos han sido primitivamente polarizados en el mismo plano, si un analizador los vuelve todavía en un mismo plano al salir de la lámina, interfieren produciendo los colores que variarán según las longitudes de la ondulación de las luces simples comprendidas en la luz blanca, y por consecuencia, la diferencia de marcha que les corresponden siendo desiguales, sus intensidades á la emergencia serán modificadas en proporciones diferentes; de donde el color de los que hayan sido menos débiles dominarán.

Los colores no aparecen si la sección principal de la lámina delgada del cristal es paralela ó perpendicular al plano de polarización del haz incidente, porque entonces el rayo ordinario ó extraordinario pasando solo no puede haber interferencia.

El color no cambia si la lámina, quedando fija, el plano del analizador cambia, pero la intensidad varía y el máximum tiene lugar cuando la sección principal del analizador forma un ángulo de 45° con la del cristal.

Los analizadores bi-refringentes dan dos imágenes y sus colores son complementarios.

El color cambia con el espesor del cristal, y por consecuencia con su inclinación, puesto que esta inclinación produce un aumento de espesor.

El matiz sensible ó violado azulado es aquel para el cual la menor variación en la inclinación produce el cambio más grande de color.

La polarización cromática en la luz convergente no da un color uniforme, puesto que los rayos atraviesan el cristal bajo oblicuidades diferentes; y por consiguiente espesores distintos de donde resultan anillos coloreados.

Las luces simples polarizadas dan anillos alternativamente brillantes y oscuros con los cristales de un eje. Los anillos brillantes tienen el color de la luz que les produce.

El diámetro de los anillos aumenta con la refrangibilidad de los rayos luminosos.

Los anillos coloreados son atravesados por una gran cruz negra cuando los planos de polarizacíón del polarizador y del analizador son perpendiculares. Es debida á la absorción de la luz polarizada.

Los anillos coloreados están atravesados por una gran cruz blanca, cuando los planos de polarízación del polarizador y del analizador son paralelos.

Los colores de los anillos de la cruz blanca son complementarios de los anillos de la cruz negra y recíprocamente.

Los cristales de dos ejes dan bandas coloreadas, teniendo la forma de curvas con dos centros, el centro de cada sistema corresponde á un eje del cristal.

Los cristales del sistema cúbico y los medios no cristalizados pueden dar fenómenos de polarización cromática por el temple, la desigual compresión ó flexión ó el desigual calentamiento.

El dicroismo es la propiedad de ciertos cristales birefrigentes de dar diferentes colores según su dirección, con relación al eje de la luz natural.

El dicroismo resulta de la desigual absorción de los rayos polarizados por los cristales, según la dirección de estos rayos con relación al eje. *(Brewter).*

Polarización rotatoria es la desviación angular del

plano de polarización rectilínea por la interposición de ciertos medios sólidos ó líquidos ó por el magnetismo. *(Arago, Faraday).*

El poder rotatorio de una sustancia es el valor del ángulo que hace cambiar el plano de polarización.

Las sustancias destrogiras son aquellas que hacen cambiar el plano de polarización hacia la derecha. Las sustancias levogiras son aquellas que le hacen cambiar hacia la izquierda.

Dos medios, destrogiro y levogiro, que tienen poderes rotatorios iguales, no cambian la dirección del plano de polarización cuando están superpuestos.

La rotación del plano de polarización no es la misma para los diversos colores simples; es tanto más grande cuanto mayor sea la refrangibilidad de los colores. *(Ley de Biot).*

La rotación es proporcional al espesor para un mismo color simple y para placas de un mismo cristal. *(Ley de Biot.)*

En la rotación de derecha á izquerda ó de izquierda á derecha, el mismo espesor imprime sensiblemente la misma rotación. (*Ley de Biot.)*

La rotación del plano no siendo la misma para las luces simples, resulta que en la luz blanca los rayos son debilitados en proporción diferente, de donde se deduce que su mezcla será coloreada.

Las intensidades de las mismas luces simples siendo complementarias en las dos imágenes obtenidas con un analizador bi-refringente, los colores serán tambien complementarios.

El ángulo de rotación que corresponde á las luces simples es proporcional al cuadrado de los índices de refracción; y está en razón inversa de los cuadrados de las longitudes de la onda.

El magnetismo puede producir la rotación del plano de polarización. (*Faraday.*)

El sentido de la rotación depende de la posición de los polos magnéticos.

La rotación del plano de polarización es proporcional á la acción magnética.

El poder rotatorio, desarrollado por un centro magnético en una lámina infinitamente delgada de un cuerpo trasparente, varía proporcionalmente á la acción magnética y en razón inversa del cuadrado de la distancia.

La rotación del plano de polarización es proporcional al coseno del ángulo comprendido entre la dirección del rayo luminoso y el de la acción magnética, la rotación es proporcional á la componente magnética paralela á la dirección del rayo. (*Ley de Verdet.*)

La polarización circular es el estado de la luz en el cual la molécula de éter describe una circunferencia.

La polarización circular toma nacimiento en los grupos de dos rayos de la misma intensidad, que han sufrido la polarización rectilínea en los planos perpendiculares, y que tienen una diferencia de marcha de un cuarto de onda ó de un número impar de cuartos de onda. (*Fresnel.*)

Las moléculas de éter recorren un elipsoide que tiene por eje la intersección de los planos de polarización de los rayos.

Los cambios de dirección se suceden de una manera contínua y las resultantes de las velocidades siendo constantes, la molécula de éter describe durante la duración de una ondulación una circunferencia paralela á la superficie de la onda y cuyo diámetro depende de la intensidad de los rayos, es decir, de la amplitud de sus vibraciones.

Si la diferencia de la marcha de los rayos es de una semi-onda ó un número par de semi-ondulaciones, los nodos de vibración de ambos rayos coinciden y todas las resultantes de las velocidades son dirigidas en un mismo plano, que es el nuevo plano de polarización rectilínea.

La polarización elíptica es el estado de la luz en el cual la molécula de éter describe una elipse.

La polarización elíptica toma nacimiento en los grupos de dos rayos de desigual intensidad, que han sufrido la polarización rectilínea en planos perpendiculares y que tienen una diferencia de marcha de un cuarto de onda ó de un número impar de cuartos de onda. Toma también nacimiento en los grupos de dos rayos de igual intensidad, que han sufrido la polarización rectilínea en planos perpendiculares y que tienen una diferencia de marcha no igual á un cuarto de onda, ní á un número impar de cuartos de onda. (*Fresnel.*)

Las moléculas de éter recorren con una velocidad variable, una curva elipsoidal trazada sobre un cilindro de base elíptica, porque las velocidades resultantes vuelven á tomar periódicamente los mismos valores, la elipse tiene su eje grande en una dirección constante.

La diferencia de ejes de la elipse aumenta con el de las intensidades de los rayos, y la dirección del eje mayor se aproxima tanto más al plano del rayo más intenso ó al plano de polarización del más débil cuanto mayor sea la diferencia de intensidad.

Cuando la diferencia de intensidad es nula, la polarización rectilinea y circular son casos particulares de la polarización eliptica.

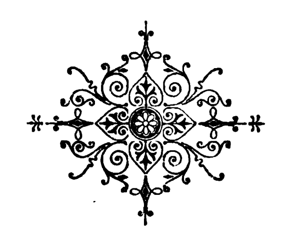
El rayo polarizado circular ó elípticamente se refracta en todos los planos y bajo todas las incidencias como la luz natural.

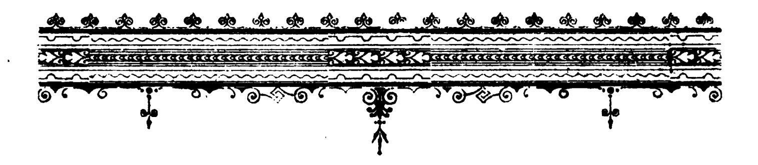
El rayo polarizado circular ó elípticamente sufre la doble refracción como la luz natural. El analizador da dos rayos igualmente intensos con la luz circular como con la luz natural, pero con la luz elíptica tiene máximos y mínimos como sucede con una mezcla de luz rectilínea y natural.

El rayo polarizado circular ó elípticamente produce los fenómenos de polarización cromatica con las láminas delgadas cristalizadas.

El desdoblamiento de una onda polarizada rectilíneamente en dos ondas polarizadas circularmente en sentidos inversos se efectúa de manera, que la media de las velo-

cidades de las ondas desdobladas sea igual á la velocidad de propagación de la onda única que existe en las condiciones en las cuales no obran las causas de este desdoblamiento. (*Ley de M. A. Cornu.*)





ELECTRICIDAD.

Origen.--Definiciones.--Efectos.--Subdivisiones

Electricidad es la condensación ó el enrarecimiento del éter sobre la materia. Se deriva de electrón, ámbar amarillo, por ser ésta la primera sustancia donde se observó.

La electricidad positiva ó fluido positivo es la condensación del éter sobre un cuerpo; la electricidad negativa ó fluido negativo es su enrarecimiento.

El fluido ó estado neutro es el de todo cuerpo sobre el cual la tensión del éter está en equilibrio con la del éter ambiente.

La descarga es la vuelta brusca al estado neutro por la recomposición de los dos fluidos contrarios.

La tensión es la tendencia al restablecimiento al estado neutro, es decir la atracción por el fluido contrario.

La tensión eléctrica es el esfuerzo representado en kilógramos ó en gramos por unidad de superficie ejercido por el aire ó por otro medio dieléctrico, en la dirección de la fuerza electromotriz.

El depósito común es la tierra, cuya superficie es tan grande que cualquiera que sean los cuerpos carga-

dos de electricidad positiva ó negativa que se pongan en comunicación con ella, restablece en estos cuerpos el estado neutro sin dar ellos señales de electricidad por la aproximación á otros cuerpos electrizados. Hace la tierra las veces de un depósito que absorve las electricidades.

Campo eléctrico es la región donde estos fenómenos se manifiestan.

Cuerpos buenos conductores son aquellos en los cuales la electricidad se propaga libremente; malos conductores son aquellos en que no se propaga más que poco á poco y han recibido el nombre de aisladores.

La electricidad no es percibida por los sentidos, como lo es la luz, el calor y el sonido que la pueden acompañar, su acción es sobre el sistema nervioso y el muscular.

Los fenómenos eléctricos se manifiestan principalmente por medio de atracciones y repulsiones y los cuerpos entre los que éstas se verifican se dice que están electrizados.

Los efectos fisiológicos son las contracciones musculares que la recomposición de los dos fluidos produce sobre los seres vivos ó muertos ó la muerte sobre los seres vivos.

La luz acompaña la descarga ó el derramamiento de un fluido por las puntas ó en el vacío.

El calor acompaña también á la descarga, apareciendo cuando los conductores son insuficientes para las masas de electricidad á las cuales dejan paso.

Los efectos mecánicos se traducen por disgregamientos moleculares, la conmoción y el choque que produce la descarga.

Los efectos químicos consisten en combinaciones y descomposiciones que producen la recomposición de las dos electricidades.

La electricidad comprende la electricidad estática y la dinámica ó galvanismo.

Fuerza electro-motriz.—Potencial eléctrico.

Se llama fuerza electro-motriz, todo lo que produce ó tiende á producir un trasporte de electrización.

Para determinar con exactitud la fuerza electro-motriz de un punto hacia otro, es preciso conocer la trayectoría particular entre estos dos puntos á lo largo de la cual obra la fuerza electro-motriz.

Potencial de un punto es la fuerza electro-motriz de este punto hácia otro tomado como origen, siguiendo una trayectoría descrita en el aire.

El potencial eléctrico en un punto dado del campo, está medido por la intensidad del trabajo que debe realizar un agente exterior para transportar una unidad de electricidad positiva desde un lugar del potencial cero hasta el punto dado. (*Definición dinámica del potencial*).

Los fenómenos eléctricos no dependen más que de diferencias de los potenciales.

La elección del punto origen tomado para cero del potencial es indiferente puesto que queda invariable para una misma serie de medidas. En los tratados de matemáticas se toma el punto origen á una distancia infinita del sistema electrizado que se considera. En los trabajos experimentales es más convenientes tomar como punto de partida un objeto cualquiera en comunicación metálica con la tierra, tal como un punto cualquiera de un sistema de tubos de agua ó de gas.

Cuando un aparato se encuentra encerrado en una envoltura metálica, se puede considerar como cero el potencial de la envoltura.

Se llama superficíe equipotencial, la región del espacio en que el potencial posee cierto valor dado.

Podemos concebir la existencia de una serie de superficies equipotenciales correspondientes á una serie de potenciales en progresión aritmética, el potencial de un punto cualquiera; en este caso, estará definido por su posición en la serie de superficies equipotenciales.

Dos superficies equipotenciales diferentes no pueden

nunca cortarse, porque un mismo punto no puede tener dos potenciales diferentes.

Se compara el potencial eléctrico con la presión en la teoría de los fluidos y con la temperatura en la teoría del calor.

Electricidad estática.

La electricidad estática es la electricidad en reposo, es decir cuyos efectos se manifiestan en un sitio.

Puede ser engendrada por el frotamiento, presión, ruptura, calor y acciones químicas.

Las electricidades de nombre contrario se atraen, las del mismo nombre se repelen.

Las atracciones y repulsiones están en razón inversa del cuadrado de la distancia *(Ley de Coulomb)*.

Las atracciones y repulsiones son proporcionales al producto de las masas eléctricas, ó sea á la cantidad de electricidad distribuida sobre los cuerpos. (*Ley de Coulomb*).

La electricidad se posa en la superficie de los cuerpos.

La pérdida de la electricidad en el aire en reposo y en un estado higrométrico constante, es proporcional á la tensión, durante un tiempo muy corto. (*Ley de Coulomb*).

El poder de las puntas es la propiedad que tienen de dejar escapar la electricidad.

Influencia ó inducción.

La influencia ó inducción es la descomposición del fluido neutro de un cuerpo, es decir, la mutación del éter en su superficie por la presencia de un cuerpo electrizado.

Se llama inductor el cuerpo que influye, é inducido el que es influido.

Todo cuerpo electrizado atrae hacia él la electricidad de nombre contrario encerrado en el fluido neutro del

cuerpo que se aproxima, de donde se deduce, que este último tiene sus dos electrícidades separadas. Es decir, que el inductor, actuando por presencia, rompe el equilibrio del éter en la superficie del cuerpo inducido; si el éter está condensado sobre el inductor, él se enrarece sobre la región del inducido que está más próxima á él y es rechazado al otro extremo del cuerpo; si por el contrario el éter está enrarecido sobre el inductor, los fenómenos de inducción producidos son inversos.

El estado neutro aparece cuando la influencia cesa.

El cuerpo inducido puede obrar á su vez como inductor sobre un tercer cuerpo al estado neutro, y este sobre otro, y así sucesivamente.

El cuerpo inducido estando en comunicación con el depósito común por cualesquiera de sus puntos, el fluido del mismo nombre que el del inductor se marcha, el otro queda retenido por la atracción del fluido contrario del inductor. Es decir, que el éter estando mantenido en un estado de condensación ó de rarefacción por la influencia, resulta una ruptura de equilibrio correspondiente é inversa sobre las regiones no influidas, de suerte que el cuerpo estando en comunicación con uno cualquiera de sus puntos el equilibrio se restablece sobre estos últimos por un flujo de éter, yendo del cuerpo al depósito común ó de éste al cuerpo, según que esté condensado ó enrarecido sobre las regiones fuera de la influencia; pero independientemente del estado eléctrico del punto de comunicación, que obra solo como conductor para dejar paso al flujo de éter que va al suelo ó que viene, sin que éste pueda ser modificado en nada su estado propio.

El poder inductor es la trasmisión de la influencia á través de la masa de los cuerpos.

La energía eléctrica de un sistema de conductores de cualquier manera que hayan sido cargados, es igual á la mitad de la suma de los productos de la carga de cada uno de los conductores por su potencial.

El aumento de la energia de un sistema eléctrico es igual á la semi-suma de los productos del aumento de

la carga de eada conductor por la suma de sus potenciales al principio y al fin de la operación.

La velocidad del aumento de la energía eléctrica debida al aumento de la carga de uno de los conductores con una velocidad igual á la unidad, es numéricamente igual al potencial de este conductor.

En un sistema fijo de conductores la suma de los productos de la carga primitiva y del potencial final de cada conductor es igual á la suma de los productos de su carga final y de su potencial inicial.

El aumento de la energía de un sistema invariable de conductores es igual á la mitad de la suma de los productos del aumento del potencial de cada conductor por la suma de las cargas iniciales y finales de estos conductores.

La velocidad del aumento de la energía eléctrica del sistema, debido al aumento del potencial de uno de los conductores con una velocidad unidad, es numéricamente igual á la carga de este conductor.

En un sistema de conductores fijos y aislados, el potencial P_s producido en A_s por una carga E comunicado á A_r es igual al potencial P'_r producido en A_r por una carga igual E comunicada á A_s.

En un sistema de conductores fijos, mantenidos á escepción de uno solo, al potencial cero, la carga E_r inducida sobre A_r cuando A_s se ha elevado al potencial P_s es igual á la carga E'_s inducida sobre A_s cuando A_r es elevado al potencial igual P'_r.

Si en un sistema de conductores fijos aislados y primitivamente sin carga, después de haber comunicado á A_r una carga que eleva su potencial á Pr unidades y esta de A_s á n unidades, se comunica, en este mismo sistema una unidad de carga al conductor A_s y si se une A_r con la tierra, la carga inducida sobre A_r será igual á $-n$. *(Teorema de Green.)*

El espacio comprendido entre un conductor y el recipiente que le contiene está lleno de aire ó de otra sustancia aisladora, llamada el medio aislante, mientras no

se considere más que como retenida la carga en la superficie del cuerpo electrizado; cuando se considera como tomando una parte importante en la manifestación de los fenómenos eléctricos, es llamado por Faraday medio dieléctrico; y considerado como constituyendo una parte del espacio en el que se verifican los fenómenos eléctricos se llama campo eléctrico.

Se llama línea de fuerza eléctrica, toda línea tal que su dirección coincida en todos sus puntos con la de la fuerza eléctrica. Trazando un número suficiente de estas líneas se determina la direcciôu de la fuerza en los diferentes puntos del campo.

Siendo la fuerza electro-motriz, en todos sus puntos normal á las superficies equipotenciales, las líneas de fuerza cortan todas estas superficies en ángulo recto; las líneas de fuerza que encuentran la superficie de un conductor le son entonces normales; su electricidad es positiva para los puntos de donde ellas parten del conductor y negativa para los puntos donde penetran.

Toda línea de fuerza se dirige del potencial superior al potencial inferior.

Las extremidades de una misma línea de fuerza se llaman puntos correspondientes.

Toda línea de fuerza empieza sobre un punto situado sobre una superficie electrizada positivamente y acaba en un punto correspondiente sobre una superficie negativa.

El potencial de la primera de estas superficies debe ser mayor que el de la segunda.

Las líneas de fuerza no solo indican la dirección dc la fuerza eléctrica en cada punto del campo, sinó también la cantidad de electricidad repartida sobre una porción dada de la superficie electrizada. (*Faraday.*)

Considerando una parte de una superficie electrizada como aislada por la línea que la limita, y haciendo pasar, por cada uno de sus puntos, una línea de fuerza prolongada hasta su intersección con otro cuerpo cualquiera, estas líneas formarán una superficie tubular, y

cortarán sobre la superficie del otro cuerpo, una porción correspondiente á la del primer cuerpo; las electricidades de las dos porciones de superficies correspondientes son numéricamente iguales, pero de sentidos opuestos. (*Ley de Faraday.*)

Tubo de inducción es, la superficie tubular formada por una serie de líneas de fuerza y por las dos porciones de superficies correspondientes á sus extremidades electrizadas positivamente la una y negativamente la otra. (*Faraday.*)

Dividiendo la superficie positiva en partes cuya electrización sea igual á la unidad, y trazando los tubos correspondientes se obtiene un sistema de tubos unidad.

La electrización de una superficie está medida por el número de tubos que la forman; si parten de ella la electricidad será positiva, si en ella terminan será negativa.

Si se supone trazada en el campo eléctrico una superficie imaginaria, la cantidad de inducción electrostática ejercida á través de esta superficie, estará medida por el número de tubos de inducción que la atraviesan, siendo positiva ó negativa según que los tubos la atraviesen en una dirección ó en otra.

Se llama superficie imaginaria, á una superficie sin existencia física pero cuya existencia puede suponerse en el espacio, sin que afecte en nada las propiedades físicas de la sustancia que la ocupa.

El campo eléctrico se considera dividido por las superficies equipotenciales en una serie de envolturas parecidas á las de una cebolla, cuyo espesor en cada punto, es inversamente proporcional á la fuerza eléctrica en el mismo.

Cada tubo unidad, se considera cortado por las superficies equipotenciales en un cierto número de segmentos llamados células unidad.

Qualquiera que sea el número de cuerpos electrizados el número de células es igual al doble del número de las unidades de energía eléctrica del sistema.

Si el potencial es el mismo en todos los puntos de una superficie cerrada y no se encuentran en su interior cuerpos electrizados, el potencial en un punto cualquiera de la región envuelta por ésta, es el mismo que en la superficie.

Si se electriza un mismo sistema de tres maneras diferentes, y si el potencial en un punto cualquiera es en el tercer caso, la suma de los potenciales en el primero y segundo, la electrización de una parte cualquiera del sistema será en el tercer caso, la suma de las electrizaciones de esta misma parte en el primero y segundo.

Si el campo eléctrico considerado consiste en una parte finita de un medio dieléctrico y si el potencial está dado en cada uno de los puntos del límite de esta región, así como la distribución de la electricidad en su interior, el potencial en un punto cualquiera del interior de la región, no puede tener más que uno solo y único valor conciliable con estos datos. *(Teorema de Thomson.)*

Electricidad condensada.

Se llama electricidad condensada, disimulada ó latente, el estado eléctrico que adquieren las dos electricidades, cuando acumuladas en dos cuerpos buenos conductores, se hayan separados por una lámina de las llamadas no conductoras.

Condensadores son los instrumentos en que se acumula la electricidad.

Fuerza condensante es la relación entre la cantidad de electricidad que adquiere el platillo colector, bajo la influencia del otro platillo, con la que adquiriría si estuviese solo.

La fuerza condensante es proporcional á la superficie de los platillos y al espesor de la lámina no conductora; cuanto más delgada sea esta mayor es la fuerza condensante.

La condensación eléctrica depende también de la na-

turaleza del cuerpo aislador interpuesto entre los conductores y armaduras, pudiendo considerarse estos cuerpos aisladores ó dieléctricos, dotados de una capacidad electrostática mayor ó menor, segun la capacidad con que se verifique la condensación.

La capacidad electrostática de un dieléctrico está en razón inversa de su resistencia.

La tensión de la electricidad acumulada en los condensadores no puede ser superior á la del generador que la produce. La cantidad de electricidad es la que sufre variación.

Se llama inducción electrostática, á la condensación que resulta del paso de una corriente á través de las láminas de un condensador.

La influencia de la carga de un condensador produce los efectos siguientes: 1.° Acumulación de la electricidad en cantidad, no en tensión. 2.° Absorción de la carga por la superficie de la lámina aisladora puesta en contacto con la lámina electrizada. Y 3.° Una derivación de la carga á través de la lámina aisladora por una serie de descomposiciones y recomposiciones eléctricas moleculares sucesivas.

Durante la carga de un condensador, la corriente que circula por el conductor se cierra á través de la lámina aislante. (*E. Villari.*)

La descarga en los condensadores puede ser lenta é instantánea.

Cargas resíduos son las que se obtienen en un condensador fuertemente cargado, cuando se ponen momentáneamente en comunicación las dos armaduras, ambas quedan por lo pronto al mismo potencial; el dieléctrico, libre de la presión que le hacía retener la electricidad, la comunica de nuevo á las armaduras y éstas vuelven á adquirir distinto potencial y podemos tener otra descarga; y así sucesivamente. Cada una de éstas va siendo cada vez menor.

El calor desarrollado por la descarga total es insignificante ó nulo para cargas débiles, se manifiesta más

allá de cierto limite y crece con una rapidez extraordinaria, cuando aumenta la intensidad de la descarga, á expensas del calor desarrollado en el circuito exterior: es por consiguiente un medio de aumentar el calor producido por la descarga interna, cargar las botellas á un potencial elevado. (*E. Villarí.*)

La descarga interna crece de una manera sensible, si la descarga externa estalla entre dos bolas de 20 á 30 mm. de diámetro; y disminuye aproximadamente en una mitad cuando se verifica entre una bola y una punta. (*E. Villarí.*)

La descarga interna para una carga dada, crece si se disminuye la armadura interna de la botella, y decrece si se aumenta hasta alcanzar la misma extensión que la armadura externa. Más allá de este límite es independiente de la extensión de dicha armadura. La causa de estos fenómenos es compleja, depende en parte de las variaciones del potencial resultante de la distribución en una superficie más extensa; y en parte de la influencia ejercida por la extensión de las armaduras sobre el número y la energía de las chispas interiores. (*E. Villarí*)

La descarga interna decrece hasta cero cuando se aumenta mucho la resistencia del circuito exterior. (*E. Villarí.*)

La descarga interna es probablemente más fuerte en una botella cuya armadura interna es de mercurio, que en una botella ordinaria que la tiene de hojas de estaño ú oropel. (*E. Villarí.*)

Manantiales de electricidad estática.

La fricción y la inducción estática son los medios por los cuales se obtienen cantidades de electricidad pequeñas, pero á un alto potencial.

Se llaman máquinas eléctricas los aparatos que desarrollan electricidad por medio de la fricción ó inducción estática.

Las máquinas eléctricas se dividen en los tres grupos

siguientes: 1.° Máquinas antiguas ó fundadas en la fricción, que constan de un frotador en forma de disco ó cilindro de vidrio, de ebonita ó de caouchouc, un cuerpo frotado y conductores aislados que se cargan por inducción. 2.° Máquinas modernas en las que se produce la electricidad de un modo indefinido por la inducción de un cuerpo previamente electrizado. Y 3.° Mixtas que participan de las dos primeras.

El potencial de las máquinas eléctricas depende de la clase, forma y dimensiones, del trabajo mecánico empleado, del aislamiento de los conductores y del estado higrométrico del aire.

Electricidad termo-estática.

Electricidad termo-estática es la desarrollada en la superficie de los cuerpos en un estado quiescente, por medío del calor.

Cuando una turmalina se calienta, sus extremos aparecen con la misma electricidad si se han calentado desigualmente ó con electricidades contrarias si se han calentado uniformemente; presentando en todos los casos una línea media sin electricidad.

La turmalina se electriza por el calor entre 10° y 150°.

Cuando la turmalina después de calentada se enfría, los polos eléctricos se invierten.

Si electrizada una turmalina se corta por la línea media, cada uno de los trozos adquiere las dos electricidades.

Una turmalina electrizada por el calor no pierde su electricidad, aunque se la ponga en contacto de cuerpos buenos conductores.

La presión también desarrolla electricidad.

La clase de electricidad que desarrolla la presión varia con la naturaleza de los cuerpos comprimidos.

El estado de la superficie modifica, en la presión, la conductibilidad eléctrica.

La temperatura influye en la clase de electricidad que adquieren los cuerpos por presión.

La cantidad de electricidad desarrollada aumenta proporcionalmente al tiempo empleado en la presión, siempre que no pase de ciertos límites.

En la turmalina electrizada por presión se verifica: 1.° Los extremos de una turmalina desprenden cantidades de electricidad de signos contrarios iguales entre sí. 2.° La cantidad puesta en libertad por cierto aumento de presión es de signo contrario é igual á la producida por una misma disminución de presión. 3.° Esta cantidad es proporcional á la variación de presión é independiente de la longitud de la turmalina. 4.° Para una misma variación de presión por unidad de superficie es proporcional á la superficie. (*Leyes de MM. Jacques y Curie*).

Magnitudes electrostáticas.

Las magnitudes empleadas en la electricidad estática, son la cantidad de electricidad, el potencial y la capacidad, que se representan respectivamente por Q, V y C.

La unidad de cantidad, Q, es la cantidad de electricidad que á una distancia de un centímetro repele con la fuerza de una dina igual cantidad de electricidad del mismo signo.

La unidad de potencial V, es el potencial producido por una unidad de electricidad á la distancia de un centímetro.

La unidad de capacidad, C, es la capacidad de un conductor esférico aislado, de un centímetro de radio, y también la cantidad de electricidad que puede contener un conductor cuyo potencial sea igual á la unidad.

La capacidad eléctrica es una longitud. La de una esfera es igual á su radio.

Electricidad dinámica ó galvanismo.

La electricidad dinámica, es la electricidad en movimiento; es decir aquella cuyos efectos implican trasporte del éter condensado y enrarecido bajo la forma de corriente ó flujo.

La corriente es el flujo del éter condensado ó electridad positiva hacia el punto donde el éter está enrarecido, es decir donde reside la electricídad negativa.

La electricidad se propaga con una velocidad aproximadamente de 100000 leguas por segundo. Esto es una velocidad capaz de dar once veces la vuelta al rededor de la tierra en un segundo.

La electricidad dinámica no es engendrada más que por las acciones químicas ó por el calor.

La electricidad dinámica se produce en gran cantidad pero á bajo potencial.

Las corrientes hidro-eléctricas son engendradas por las acciones químicas y las corrientes termo-eléctricas por el calor.

El cambio de posición de un cuerpo cargado de electricidad estática produce los mismos efectos magnéticos que una corriente. (*M. Rowland.*)

La pila es el generador de la electricidad. Los polos son las extremidades donde se acumulan las dos electricidades. Los eléctrodos ó reóforos son los conductores de las corrientes. El par es el dispositivo que engendra la electricidad. Los elementos son los que constituyen el par. Una pila puede contener un número de pares indeterminado y puede también contener uno solo.

Las pilas se dividen en primarias y secundarias ó acumuladores.

Las primarias son las que verdaderamente engendran la electricidad y las secundarias ó acumuladores, son las que por decirlo así almacenan aquella.

Atribúyese la carga en los acumuladores á los gases acumulados en los pares, pero hoy Maxwell les considera como verdaderos condensadores.

El potencial absoluto de un elemento Daniell es en unidades electrostáticas igual á 0,0374. *(M. Thomson).*

En todo sistema en equilibrio dinámico la suma algebráica de los productos respectivos de las diferencias de potenciales para las corrientes es igual á cero. *(M. G. Cabanellas).*

La suma de las corrientes que entran en toda porción de un sistema cualquiera de equilibrio dinámico es igual á la suma de las corrientes que salen de esta porción del sistema. *(M. G. Cabanellas).*

No existe una fuerza eléctrica separatriz ni entre los metales y los líquidos ni para los metales entre sí, excepto en los casos en que se manifiesta una reacción química. La acción total de un elemento galvánico proviene exclusivamente de la acción química que se verifica en su interior. *(M. Fr. Exner).*

Corrientes hidro-eléctricas.

La electricidad producida por acciones químicas, es positiva para el oxígeno y negativa para el combustible en la combinación.

La electricidad es positiva para el ácido y negativa para la base en la formación de las sales.

La electricidad es positiva para el ácido y negativa para el metal que ataca.

Los efectos eléctricos son inversos de los anteriores en las descomposiciones.

El equilibrio de las fuerzas eléctricas no es apenas turbado en las dobles descomposiciones.

La teoría química de la pila comprende las leyes siguientes:

La acción química en cada par desenvuelve una fuerza electro-motriz que electriza positivamente el cobre ó elemento inactivo y negativamente el zinc ó elemento activo.

La fuerza electro-motriz en toda pila comunica á los elementos de cada par, una diferencia de tensión cons-

tante que se acumula de un par al siguiente y por consecuencia la tensión crece proporcionalmente al número de pares.

La tensión en cada par hace equilibrio á la fuerza electro-motriz cuando el circuito está abierto y la acción eléctrica cesa.

Las electricidades contrarias se vuelven á combinar cuando el circuito está cerrado y la acción química vuelve á empezar cuando la corriente se restablece.

El calor producido por la pila es proporcional al número de equivalentes para producir la corriente. (*Ley de Boule)*.

Corrientes termo-eléctricas.

El poder termo-eléctrico de un metal unido con otro en un circuito cerrado, es la intensidad relativa de la corriente que se obtiene calentando uno de los puntos de contacto á una temperatnra dada, quedando el otro á cero grados.

La corriente de un par termo-eléctrico es constante, cuando la diferencia de temperatura entre las dos soldaduras es la misma.

La intensidad de la corriente en la pila termo-eléctrica es proporcional al número de pares siendo todos iguales.

La intensidad de las corrientes termo-eléctricas aumenta con la diferencia de temperatura entre las dos soldaduras, Si una de ellas está á 0,° la intensidad es proporcional á la temperatura de la otra soldadura, en ciertos límites variariables con los metales. (*Ley de Becquerel)*.

Resistencia.

La resistencia es el esfuerzo opuesto al paso de la corriente por la pila ó los conductores.

La unidad de resistencia es la de una columna de mercurio á 0° de un metro de longitud y milímetro cua-

drado de sección, contenido en un tubo de vidrio. (*Unidad de Siemens*).

El ohm es la unidad práctica de resistencia. Es la resistencia de una columna de mercurio de 1 $^{mm\ 2}$ de sección y de 106 centímetros de longitud, á la temperatura de 0,°.

La resistencia es proporcional á la longitud de los conductores siendo estos iguales.

Está en razón inversa de su sección.

Está en razón inversa de la conductibilidad eléctrica de las diferentes sustancias que componen el cîrcuito.

La resistencia de todos los metales simples decrece casi proporcionalmente á la temperatura absoluta. *(M Clausius.)*

La resistencia de la pila está en razón inversa de la superficie de los pares, es decir de la sección del prisma líquido que une un par al siguiente.

La intensidad de la corriente está en razón inversa de la longitud del circuito exterior que recorre, es decir de la resistencia, la de la pila es despreciada.

Es directamente proporcional á la sección del cîrcuito.

Es directamente proporcional al coeficiente de conductibilidad del circuito. *(Ley de Ohm.)*

La unidad práctica de intensidad se llama ampére; es la corriente que atraviesa un conductor, cuya resistencia sea igual á *1 Ohm,* y cuya fuerza electro-motriz es igual á *1 Volt.*

La fuerza electro-motriz de un par tiene por medida la intensidad de la corriente cuando la resistencia es igual á la unidad.

La unidad práctica de fuerza electro-motriz es el Volt; es aproximadamente la fuerza electro-motriz desarrollada por un elemento de la pila de Daniell, cuyo valor es en realidad 1,07 Volt.

La intensidad de una corriente es proporcional á la fuerza electro-motriz del origen y está en razón inversa de la resistencia del cîrcuito. *(Ley de Ohm.)*

La ley de Ohm, liga el Volt, el Ampére y el Ohm: puede representarse esta relación por la expresión

$$\text{Ampere} = \frac{\text{Volt}}{\text{Ohm}}$$

El estado permanente de la corriente tiene lugar cuando cantidades iguales de electricidad pasan por todas partes del cîrcuito. El estado variable tiene lugar cuando pasa más electricidad por las partes más próximas de la pila.

Cuando se cierra el circuito motiva el estado variable, después el estado permanente. (*Ohm.*)

Al atravesar una corriente eléctrica un conductor metálico cuyos extremos están á temperaturas desiguales, trasporta calor en una dirección que depende de la naturaleza del metal y del sentido de la corriente. (*Efecto Thomsom.*)

La corriente derivada es la que recorre un cîrcuito secundario unido sobre el primer cîrcuito. Los puntos de derivación son los puntos de bifurcación. La distancia de derivación es la de los puntos de derivación. La corriente primitiva es la que recorre el primer circuito antes de la derivación. La corriente parcial es la que recorre el primer circuito después de la derivación. La corriente principal es la que recorre simultáneamente los cîrcuitos después de la derivación.

La intensidad de la corriente derivada es directamente proporcional á la intensidad de la corriente primitiva y á la distancia de derivación.

La intensidad de la corriente derivada es igual á la intensidad de la corriente primitiva, cualquiera sea el número de los puntos de derivación.

La cantidad de calor desarrollada por el paso de la corriente está en razón directa del cuadrado de la cantidad de electricidad que pasa en un tiempo dado.

Está en razón directa de la resistencia del hilo.

La elevación de la temperatura es la misma en toda la extensión del hilo, cualquiera sea su longitud, el diá-

metro y la cantidad de electricidad que pasa quedando constante.

La elevación de temperatura en diferentes puntos del hilo está en razón inversa del cubo del diámetro para una misma cantidad de electricidad. *(Ley de Joule y de Becquerel.)*

La corriente opera un transporte mecánico en el sentido de su dirección.

Electrolisis.

La electrolización ó electrolisis es la descomposición producida por la corriente. (*Faraday*).

Los cuerpos, descompuestos por la electrolisis, se llaman electrolitos. Se designa con el nombre de anodo á la superficie metálica por donde la corriente penetra en el líquido, y catodo á la superficie por donde sale. Los elementos separados y que se presentan en el anodo se llaman aniones y los que aparecen en el catodo casiones. (*Faraday*).

Una corriente galvánica no produce electrolisis si es insuficiente la fuerza electromotriz que la engendra; pero sin embargo se establece una débil corriente á través del líquido y se dirige á lo largo, asintóticamente hacia un límite finito de intensidad. *(M. R. Colley)*.

Los voltámetros son instrumentos destinados á dar á conocer la intensidad de la corriente por la cantidad de los elementos separados en virtud de su potencia química; y más generalmente por la cantidad de hidrógeno desprendido ó por la cantidad de agua descompuesta.

La intensidad de las corrientes en la electrolisis tiene por unidad la de la corriente que desprende en un minuto un gramo de hidrógeno.

Equivalente eléctrico es la cantidad necesaria para descomponer un equivalente de agua.

La intensidad de la corriente es la misma en todo el circuito de la pila de un polo al otro.

La intensidad de la corriente en el interior de la pila es la misma que al exterior.

Los pesos de electrolitos descompuestos en un tiempo dado son proporcionales á la cantidad de electricidad que pasa. (*Ley de Faraday.*)

Una misma corriente obrando simultáneamente sobre una serie de disoluciones separa en cada una de ellas los pesos de los elementos en relación con sus equivalentes químicos. (*Ley de Faraday.*)

El trabajo químico interior en cada elemento de la pila es equivalente al trabajo químico producido en un punto cualquiera del circuito exterior. (*Ley de Faraday.*)

Cuando una misma corriente atraviesa combinaciones metálicas de constitución molecular distinta, los elementos separados de cada combinación, están entre sí en la misma relación que el compuesto en que formaban parte. (*Ley de Buff.*)

El equivalente eléctrico descompone un equivalente del electrolito que él atravíesa cualquiera que él sea.

Cuando un equivalente de electricidad ha sido producido, un equivalente de zinc ha sido disuelto en cada uno de los pares de la pila.

El equivalente electro-químico del agua es el peso de agua descompuesto en un segundo por una corriente cuya intensidad electro-magnética es igual á la unidad. Tomando como unidades el milimetro y el milígramo, el equivalente es igual á $0,^{mgr}009376$ (*Weber.*)

Por cada equivalente de agua descompuesto en el voltámetro, queda libre un equivalente de radical negativo de la combinación que se electriza, y por consiguiente la cantidad de metal depositado es la que estaba unida en el compuesto que se ensaya á un equivalente de radical negativo, (*Ley de Becquerel.*)

La electrolisis reduce los óxidos metálicos; el oxígeno va al polo positivo, el metal al negativo.

La electrolisis reduce los oxácidos, el oxígeno va al polo positivo y el radical al negativo. Los hidrácidos son también reducidos, el radical va al polo positivo, el hidrógeno al negativo.

La electrólisis reduce los cuerpos binarios metálicos,

el metal va al polo negativo, el otro elemento al positivo.

La electrólisis reduce las sales; el metal se va al polo negativo, el ácido y el oxígeno del óxido al positivo.

Cuando á la vez son descompuestas muchas combinaciones metálicas, las cantidades de los metales reducidos por la corriente, son entre sí, como las razones de cada metal al radical negativo con que se halla unido en el compuesto que se somete á la electrólisis.

La galvanoplastia tiene por objeto modelar los metales precipitándoles de sus disoluciones salinas por la electrólisis.

Electro-dinámica.

La electro-dinámica se ocupa del estudio de las acciones de las corrientes sobre las corrientes.

Dos corrientes paralelas del mismo sentido se atraen.

Dos corrientes paralelas de diferente sentido se repelen.

Las atracciones y repulsiones entre dos elementos de corrientes paralelas están en razón directa de sus intensidades y en razón inversa del cuadrado de la distancia, *(Ley de Ampére)*.

Dos corrientes rectilíneas cuyas direcciones forman un ángulo se atraen cuando se aproximan ó se alejan las dos del vértice del ángulo.

Se repelen si la una marcha hacia el vértice del ángulo y la otra se aleja.

Dos corrientes angulares ejercen sus acciones como si la perpendicular común fuera el vértice del ángulo que forman.

Dos porciones de una misma corriente se repelen. *(Ampére)*.

Una corriente sinuosa produce el mismo efecto que otra rectilínea que tenga la misma longitud, que su proyección·

Una corriente finita móvil que se aproxima á una corriente fija indefinida, es solicitada á moverse en una di-

rección paralela y opuesta á la de la corriente fija. Si la corriente móvil se desvía de la corriente fija, es solicitada á moverse paralelamente á esta corriente, pero en el mismo sentido.

Una corriente vertical móvil al rededor de un eje paralelo á su dirección, toma un movimiento de rotación al rededor de su eje por una corriente horizontal, hasta que el plano del eje y el de la corriente se pongan paralelos á la corriente horizontal; entonces la corriente vertical separa para volver sobre su eje del lado de donde viene la corriente horizontal ó del lado á donde se dirije, según que la corriente vertical sea descendente ó ascendente.

Un sistema de dos corrientes verticales móviles unidas al rededor de un eje vertical medio, es dirijido por una corriente horizontal en un plano paralelo á esta corriente cuando de estas dos corrientes verticales, la una es ascendente y la otra descendente; pero no es dirijido si son las dos ascendentes ó descendentes.

Una coriente fija, rectilínea é indefinida tiende á dirijir una corriente rectangular ó circular móvil en una posición paralela á ella misma y tal que en las partes próximas el sentido de la corriente sea el mismo.

Una corriente fija, rectilínea, horizontal é indefinida es puesta en rotación contínua por una corriente horizontal finita.

Una corriente circular horizontal es puesta en rotación contínua por una corriente vertical.

MAGNETISMO.

Imanes.

Magnetismo es la ciencia que se ocupa de la influencia de los imanes sobre ellos mismos y sobre las sustancias magnéticas, y de la acción de la tierra sobre los imanes y sobre las sustancias magnéticas. Se deriva del griego, magnes, piedra imán porque se cree se encontró

por primera vez en la ciudad de Magnesia, en la Lydia.

Los imanes son sustancias que tienen la propiedad de atraer el hierro y algunos otros metales, como son el niquel, cobalto y cromo.

Sustancias magnéticas son las que son atraidas por los imanes.

El imán natural ó piedra imán es un óxido de hierro cuya fórmula química es $Fe_3 O_4$; es muy abundante en la naturaleza.

Los imanes artificiales son el acero templado, al cual la propiedad magnética ha sido comunicada por las fricciones de imanes naturales ó artificiales ó por la electricidad. Esta propiedad magnética puede comunicarse al hierro dulce por las mismas causas, pero aquella no es más que temporal y cesa con las causas que la han hecho nacer.

Las propiedades de los imanes naturales y artificiales son idénticas.

La fuerza magnética es la fuerza atractiva de los imanes.

Los polos en los imanes son las regiones donde reina el máximun de fuerza magnética.

La línea neutra es aquella en que la fuerza magnética de los imanes es nula.

Los puntos consecuentes son los polos situados entre los polos extremos.

Todo imán tiene dos polos, una línea neutra y un número nulo ó indefinido de puntos consecuentes.

El polo austral es aquel que se dirije hacia el Norte, cuando el imán sostenido ó suspendido por un centro de gravedad puede moverse libremente en un plano horizontal. El polo boreal es aquel que en las mismas condiciones se dirije hacia el Sur.

Los polos del mismo nombre se repelen y los de nombre contrario se atraen.

Cada molécula de un cuerpo magnético, constituye un imán aislado é independiente, dotado de sus dos polos y con una distribución magnética exactamente gual

á la del cuerpo en cuestión, considerado en su totalidad. Por consiguiente, estudiando la distribución magnética en un imán de acero se puede formar una idea exacta de la de una de sus moléculas. *(Hughes).*

Los polos de cada molécula pueden girar en un sentido ú otro bajo la influencia de la torsión, de la tracción ó de otras acciones físicas tales como el magnetismo ó la electricidad. (*Hughes*).

El magnetismo inherente á cada molécula, asi como la polaridad que de él resulta, es una acción de valor tan constante como la gravedad, y no puede ser aumentada ni destruida. (*Hughes*).

Cuando los cuerpos magnéticos no presentan ninguna acción exterior magnética aparente, sus moléculas tienen sus polos combinados de tal modo, á consecuencia de sus reacciones mútuas, que resultan neutralizados entre sí, y como la combinación se efectúa, según las leyes de las atracciones magnéticas, siguiendo la línea más directa, constituyen circuitos completos que se mantienen por las fuerzas atractivas. (*Hughes*).

En los cuerpos magnéticos en que el magnetismo es manifiesto, los polos moleculares están todos coordinados siguiendo una dirección dada que determina un polo norte si el movimiento giratorio se efectúa hacia la pieza que imanta, ó un polo sur si este movimiento se hace en sentido contrario. Al mismo tiempo las moléculas se distribuyen simétricamente formando círculos de atracción incompletos que solo se cierran cuando una armadura exterior reune los dos polos del sistema (*Hughes*).

Sustancias diamagnéticas son las que son rechazadas por los imanes.

La acción de las fuerzas magnéticas sobre un cuerpo depende del medio en que este último está sumergido y está relacionada con la diferencia de sus coeficientes de inducción magnética ó de imantación inducida. Si la intensidad de imantación permanece proporcional á la fuerza magnetizante, lo que se efectúa en todos los cuerpos diamagnéticos y los poco magnéticos, la teoría

muestra entonces que el magnetismo en la superficie de un cuerpo dado, cambia de signo cuando el medio exterior tiene un coeficiente más elevado. (*Faraday*).

Las principales formas de los imanes son las de barras, haces y herraduras.

La armadura de un imán es una barra de hierro dulce que puesta en contacto con él, asegura la permanencia de la fuerza magnética por influencia.

Las atracciones y repulsiones magnéticas se verifican en razón inversa del cuadrado de la distancia. (*Ley de Coulomb*).

Las atracciones y repulsiones de los imanes están en razón inversa del grado de su temperatura.

La saturación es el límite de la fuerza magnética en una sustancia.

El imán saturado tiene una fuerza magnética proporcional á la raiz cúbica del cuadrado de su peso. (*Ley de Haecker*).

El simple contacto, el doble contacto y el contacto separado son los tres métodos de fricción para operar la imantación por influencia.

Influencia.

La imantación por influencia es la acción de los imanes sobre las sustancias magnéticas en virtud de la cual estas últimas se trasforman en imanes teniendo dos polos y una línea media.

La imantación puede cesar con la influencia ó persistir con ella.

La fuerza coercitiva es la que se opone á la imantación en las sustancias magnéticas ó á la desimantación en los imanes.

El mínimun de la fuerza coercitiva tiene lugar en el hierro puro ó dulce, donde es nula, y el máximun en el acero templado.

La imantación del hierro dulce cesa con la influencia, y la del acero templado persiste sin ella.

El magnetismo remanente es la persistencia temporal de la imantación en el hierro impuro y en ciertas sustancias magnéticas.

Electro-magnetismo.

Electro-magnetismo es el estudio de las acciones de las corrientes sobre los imanes y las sustancias magnéticas y recíprocamente.

La corriente dirije los imanes móviles. (*Œrsted*)

La izquierda ó la derecha de la corriente es la izquierda ó derecha de un observador que se supone colocado en la corriente, que le entrase esta por los pies y saliese por la cabeza, estando mirando la aguja imantada. (*Ampére*).

La acción directriz de las corrientes sobre los imanes móviles, consiste en dirijir el polo austral hacia la izquierda de la corriente. (*Ley de Ampére).*

La intensidad de la resultante de las acciones directrices de todas las partes de la corriente sobre la aguja está en razón inversa de la distancia. (*Biot y Savart*).

El galvanómetro es una aguja imantada dirijida por la corriente.

Las desviaciones son proporcionales á las intensidades de las corrientes hasta 20°.

La sensibilidad del galvanómetro es proporcional á la sección del hilo é independiente del número de vueltas de este, si la resistencia es bastante pequeña con relación á la del círculo galvanométrico para que se pueda despreciar la del hilo.

La sensibilidad del galvanómetro es proporcional al número de vueltas de su hilo si la resistencia exterior es bastante grande para que se pueda despreciar la del hilo.

Los galvanómetros se dividen de hilo delgado y largo ó de hilo corto y grueso.

Los galvanómetros tambien se dividen en ordinarios, diferenciales é industriales.

Los galvanómetros ordinarios son los antiguos galvanómetros usados en los gabinetes de física y estaciones telegráficas.

Los galvanómetros diferenciales tienen dos sistemas de hilos formando ambos parte de un circuito ó circuitos diferentes. dispuestos de modo que la corriente actúe en opuesto sentido sobre cada uno de ellos.

Los galvanómetros industriales, son los que hoy emplea la técnica eléctrica y se dividen en vóltmetros y amperómetros, según que midan la fuerza electro-motriz ó la cantidad de electricidad, distinguiéndose unos de otros en que los amperómetros, tienen arrollado un hilo grueso de poca resistencia.

El reductor ó shunt, consiste en un carrete de hilo fino que sirve para derivar una porción definida de una corriente entre los bornes de un galvanómetro, impidiendo pase esta corriente por el carrete de aquél y actúe sobre la aguja; y de este modo se varía á voluntad la sensibilidad de los galvanómetros.

La acción de las corrientes sobre los imanes es recíproca de suerte que el imán fijo dirije la corriente móvil de un modo tal que se encuentra orientada de la misma manera que lo es un imán movible por una corriente fija.

La corriente produce sobre el imán un efecto de rotación contínuo y recíproco.

El solenoíde es un sistema de corrientes iguales y paralelas formadas de un conductor único arrollado en helice y vuelto siguiendo el eje por su interior.

La acción de un solenoíde siendo destruida en el sentido de su longitud por la de la corriente rectilínea, su efecto equivale en una dirección perpendicular al eje á la de una serie de corrientes circulares iguales y paralelas.

Una corriente rectilínea dirije los circuitos del solenoíde paralelamente á ella misma.

La tierra orienta los solenoídes en la dirección de la aguja de declinacion, de modo que la corriente es diri-

gida de Este á Oeste, por la parte inferior de los circuitos.

El polo austral del solenoíde es el que está dirigido hacia el Norte cuando él está orientado por la tierra; el polo boreal es el que se dirige hacia el Sur.

Las acciones entre los solenoídes é imanes son las mismas que las de los imanes entre sí, de suerte que los polos del mismo nombre se repelen y los de nombre contrario se atraen.

Las acciones de los solenoídes entre sí, son las mismas que las de los imanes entre sí, de modo que los polos del mismo nombre se repelen y los de nombre contrario se atraen.

Las atracciones y repulsiones entre los polos de dos solenoídes están en razón inversa del cuadrado de la distancia.

El imán puede sustituirse por un solenoíde y recíprocamente; de donde resulta que el imán puede ser considerado como un solenoíde, que á su extremidad sur ó polo boreal las corrientes son dirigidas en el sentido de las agujas de un reloj y en sentido contrario en el polo austral ó extremidad que mira al Norte. *(Faraday)*.

El magnetismo terrestre resulta de corrientes que circulan al rededor del globo de Este á Oeste perpendicularmente al meridiano magnético. (*Ampére*).

La tierra orienta una corriente vertical móvil al rededor de un eje que le es paralelo, en un plano perpendicular al meridiano magnético y desviado al Este de su eje de rotación si ella desciende y al Oeste si es ascendente.

La tierra imprime á las corrientes horizontales movibles al rededor de un eje vertical, un movimiento de rotación contínuo de Este á Oeste, pasando por el Norte cuando la corriente horizontal se aleja del eje de rotación y de Oeste á Este, cuando se aproxima.

La tierra orienta las corrientes cerradas rectangulares ó circulares en un plano perpendicular al meridiano magnético; de tal modo que es descendente al Este de

su eje de rotación para un observador que mire al Norte y ascendente al Oeste.

Las corrientes astáticas son aquellas cuya disposición es tal que experimentan de la tierra acciones iguales y contrarias que se neutralizan.

Las corrientes imantan las sustancias magnéticas.

La hélice destrorsum es un conductor arrollado de izquierda á derecha por debajo; la hélice sinistrorsum es un conductor arrollado en sentido contrario.

Una barra de hierro ó de acero colocada en el eje de una hélice destrorsum atravesada por una corriente, es imantada; el polo boreal de la barra está á la extremidad por donde entra la corriente y lo contrario tiene lugar en la hélice sinistrorsum.

Un electro-imán es una barra de hierro dulce que se imanta temporalmente bajo la influencia de una corriente, su fuerza coercitiva es nula.

El poder de un electro-imán es proporcional á la intensidad de la corriente.

Es proporcional al número de vueltas de la hélice magnetizante.

Es proporcional á la raiz cuadrada del diámetro de la barra. (*Ley de Lenz y Jacobi*).

El máximum de fuerza magnética, tiene lugar cuando la resistencia de la bobina es igual á la suma de las resistencias exteriores.

Magnitudes electro-magnéticas.

Las magnitudes que ocurren determinar en las operaciones y cálculos referentes al electro-magnetismo, son las siguientes: 1.ª La cantidad de electricidad *Q*; 2.ª La diferencia de potencial ó sea la fuerza electro-motriz *E*; 3.ª La intensidad de la corriente ó sea la cantidad de electricidad que circula por un conductor en la unidad de tiempo *I*; 4.ª La resistencia del circuito *R*; y 5.ª La capacidad *C*.

Tómase por unidad de intensidad de corriente á la

corriente que presenta una fuerza igual á una dina, tal sería la corriente que á distancia de un centímetro repele con una fuerza de una dina igual cantidad de electricidad.

La cantidad de electricidad que circula por un alambre está en razón directa de la intensidad de la corriente y es proporcional al tiempo. (*Ley de las intensidades.*)

La capacidad eléctrica de un conductor es proporcional á la cantidad de electricidad que circula por él y está en razón inversa de la diferencia de potencial. (*Ley de las capacidades*).

La cantidad de trabajo producida por una corriente es proporcional al cuadrado de su intensidad, á la resistencia del circuito y al tiempo. (*Ley de Joule ó del trabajo*).

Se llama ohm la unidad de resistencia y es igual á 10^9 unidades absolutas C. G. S.

Un ohm vale 1,0475 siemens y es también igual á la resistencia de una columna de mercurio de 1 mm^2 de sección y de 1,0475 de longitud.

Se llama volt, la unidad de fuerza electro-motriz y es igual á 10^8 unidades absolutas de C. G. S. de fuerza electro-motriz.

Se llama ampére la unidad de intensidad.

Se llama coulomb la unidad de cantidad, y es la cantidad de electricidad que atraviesa cada segundo, la sección de un conductor recorrido por un ampére, vale 10^{-1} unidades C. G. S. de cantidad.

Un coulomb es igual á una corriente cuya intensidad es un ampére de electricidad, descompone en un voltametro $0,^{mgr}09475$ de agua, Con 96 coulomb se descomponen $0,^{grms}009$ de agua y queda en libertad $0,^{grms}001$ de hidrógeno.

Se llama farad la unidad de capacidad; y es la capacidad de un condensador que carga un coulomb con una diferencia de potencial igual á un volt, esto es, la capacidad de un condensador cuyas armaduras adquieren una diferencia de potencial igual á un volt, cuando la

carga es igual á un coulomb; vale 10^{-9} unidades C. G. S. de capacidad.

Las prefijas *micro* y *mega* se anteponen á las unîdades electro-magnéticas lo mismo que á las mecánicas, y tambien se emplean con el mismo valor las adoptadas para designar los múltiplos y divisores del sistema métrico.

Inducción.

Las corrientes de inducción ó inducidas son aquellas que se desarrollan en los conductores bajo la influencia de las corrientes, de los imanes ó de la tierra.

Corrientes inductoras son aquellas que obran por inducción.

Una corriente que empieza origina una corriente inducida inversa.

Una corriente que acaba origina una corriente inducida directa.

Una corriente que se aproxima ó que aumenta de intensidad origina una corriente inducida inversa.

Una corriente que se aleja ó que disminuye de intensidad origina una corrîente inducida directa.

Una corriente contínua constante y á distancia fija, no da lugar á ninguna corriente de inducción.

Una corriente que se aproxima á un circuito cerrado origina en él una corriente inducida de sentido tal, que obrando según las leyes de la electro-dinámica sobre la corriente inductora, la hace tomar un movimiento inverso del que ejerce su inducción. (*Ley de Lenz.*)

Un iman introducido en un circuito origina una corriente inducida inversa de la que existiría en un solenoide asimilado á un iman.

Un imán retirado de un circuito origina una corriente inducida directa con relación á la que existiría en un solenoide asimilado á un imán.

La tierra produce corrientes en los circuitos en movimiento.

Extra-corriente es la corriente inducida producida

por la corriente sobre ella misma en el momento de cerrarse ó abrirse *(Faraday.)*

La extra-corriente producida cuando se cierra el circuito es inversa; y la producida cuando se abre es directa.

Las extra-corrientes son directamente proporcionales á los valores del potencial (llamado también coeficiente de sef-inducción, inducción sobre sí misma.) *(H. R. Hertz.)*

La corriente inductora acumula las electricidades contrarias á los extremos de un circuito abierto con tensiones proporcionales á su intensidad y al producto de las longitudes de los circuitos inductor é inducido.

Las corrientes de inducción pueden obrar en un todo como inductoras y producir corrientes inducidas de diversos órdenes.

La intensidad de una corriente inducida está en razón inversa del tiempo durante el cual se desarrolla.

La cantidad de electricidad puesta en movimiento en las corrientes inducidas directas ó inversas es la misma, pero la intensidad de la primera es siempre mucho más grande que la de la última.

La intensidad de una corriente inducida es proporcional á la corriente inductora.

La intensidad de una corriente inducida es proporcional al producto de las longitudes de los circuitos inductor é inducido.

La acción inducida entre dos elementos de hilos inductor é inducido está en razón inversa de la distancia.

Máquinas de inducción.

Las máquinas de inducción están fundadas en la inducción electro-dinámica ó en la inducción magnética.

Las máquinas de inducción se dividen: 1.° Máquinas electro magnéticas, en las cuales se desarrolla el magnetismo por la acción de un campo eléctrico; tal es el carrete de Ruhmkorff. 2.° Máquinas magneto-eléctricas ó

magnetos compuestas de un motor cualquiera, un imán inductor y un inducido. El campo magnético que está formado por el imán produce electricidad en el conductor inducido que se encuentra dentro de él, tal es la máquina Gramme; y 3.° Máquinas dinamo-eléctricas ó dinamos que solo se diferencian de las anteriores en que el imán es sustituido por un electro-imán.

Tanto las máquinas magnetos como las dinamos pueden disponerse para que produzcan corrientes alternas ó contínuas.

En las máquinas de corriente alterna las corrientes inducidas son recogidas y utilizadas tales como ellas se producen, es decir que atraviesan sucesivamente el circuito en intervalos de tiempo muy próximos una vez en un sentido y otra en el opuesto.

En las máquinas de corriente continúa, las corrientes inducidas son modificadas haciendo que todas vayan en el mismo sentido en el circuito exterior.

Las máquinas magnetos y dinamos se componen de tres partes principales que son: 1.° los inductores; 2.° el inducido ó armadura; 3.° el colector ó conmutador y las escobillas.

Los inductores son imanes permanentes de acero en las magnetos y electro-imanes en las dinamos; dispuestos de modo que produzcan un campo magnético intenso. Van provistos de piezas polares entre las cuales puede girar rápidamente la armadura.

El inducido ó armadura está formado por una série de hilos de cobre aislados, formando muchas secciones ó bobinas, dispuestas las unas al lado de las otras y arrolladas sobre un anillo de hierro dulce. Este anillo suele estar formado por un haz de hilos de hierro. El inducido ó armadura según su forma recibe los nombres de anillo ó tambor.

En algunas máquinas se dispone de un modo inverso la posición de los inductores y del inducido, la armadura es inmóvil y los inductores giran.

El colector es el órgano que sirve para recojer la co-

rriente producida por la máquina y poder ser utilizada en el circuito exterior. Está formado por dos collares paralelos aislados el uno del otro y fijos sobre el árbol que lleva la armadura. A uno de estos collares está soldada una de las estremidades del circuito inducido mientras que la otra está soldada al otro collar. Dos escobillas metálicas unidas á los hilos del circuito exterior y frotando con cada uno de los collares ponen á estos en comunicación con aquél. Esta disposición produce corrientes alternas tanto en el circuito exterior como en el inducido.

El conmutador es el que remplaza al colector en las máquinas de corriente contínua. Es una pieza cilíndrica formada de una materia aislante y en la que van embutidos unos sectores metálicos, aislados de este modo los unos de los otros. A cada uno de ellos viene á unirse el hilo de salida de una bobina y el entrante de la siguiente, y están puestos en comunicación con el circuito exterior por medio de las escobillas. El circuito total está divido en dos partes distintas separadas por el conmutador; el circuito interior ó inducido, recorrido por corrientes alternas y el circuito exterior recorrido por corrientes en el mismo sentido.

Las escobillas son unas brochas de hilos de latón ó láminas de cobre rojo ó de tela metálica.

Las dinamos pueden ser de dos clases; unas que llevan una pequeña magneto generadora de la corriente necesaria para imantar el hierro dulce de los electros inductores y entonces se llaman dinamos con excitación independiente ó que los electros se imantan ellos mismos cuando la armadura gira y en este caso se llaman dinamos auto-excitatrices. Esta disposición es propia de las dinamos de corriente contínua, mientras que la primera lo es de las de corriente alterna.

Telegrafía.

La telegrafía, tiene por objeto la trasmisión de noti-

cias, por medio de señales á largas distancias. Se deriva de dos palabras griegas *teles*, lejos, y *grafein*, escribir. Los instrumentos empleados á este fin se llaman telégrafos.

Telégrafos eléctricos son instrumentos por medio de los que se trasmiten señales á largas distancias por la acción de una corriente.

Su fundamento es la propiedad que tiene un electroimán de convertirse en imán cuando pasa por él la corriente eléctrica.

Todo telégrafo se compone: 1.º De una pila. 2.º El alambre de linea. 3.º El manipulador; y 4.º El receptor.

Las pilas más generalmente usadas son las de Daniel. Callaud, Minotto, etc.

La línea puede ser aérea, subterránea y submarina. En las líneas aéreas se usa el alambre de hierro galvanizado, esto es recubierto de una capa de zinc para evitar la oxidación, sostenido por aisladores de vidrio ó porcelana en postes de madera ó hierro.

En la línea subterránea se usa el alambre de cobre protegido de cubiertas aisladoras de gutapercha ó de betunes especiales é introducido en tubos de plomo ó mejor en uno de hierro recubierto de una capa de alquitrán. Y por último en las submarinas se compone el cable de cinco, siete ó nueve hilos de cobre, torcidos todos á la par, recubierto este haz con varias capas de gutapercha, alternando con otras de un barniz aislador, protegidas por una cubierta de cáñamo embreado y una envoltura de alambres de acero, terminando por otra de cáñamo también embreado.

El manipulador es el instrumento destinado á producir las señales por las intermitencias de la corriente.

El receptor es el instrumento destinado á recibir las señales; se compone de un electro-iman, que al pasar por él la corriente atrae una plancha de hierro, la que hace mover distintas piezas para indicar las señales.

Antiguamente se unían el manipulador, el receptor y la pila por medio de dos alambres; pero hoy se cierra el

circuito poniendo en comunicación el polo positivo de la pila con el manipulador y receptor partiendo luego de este un alambre que se introduce en tierra y el polo negativo de la pila se pone también en comunicación con la tierra, sirviendo la buena conductibilidad de ésta de segundo alambre.

Electro-acústica.

Electro-acústica es la parte de la física, que estudia las transformaciones de la electricidad en ondas sonoras.

Se divide su estudio en tres partes: 1.° Telefonía. 2.° Microfonía; y 3.° Micro-telefonía.

El teléfono, es un instrumento como su nombre lo indica destinado á percibir los sonidos lejanos; se compone: 1.° De una barra imantada. 2.° De un hilo conductor de cobre aislado; y 3.° De una placa de hierro delgada y elástica, fija por sus bordes á una bobina de modo que pueda vibrando aproximarse ó alejarse de la barra imantada.

Este instrumento se llama trasmisor y se une á otro igual ó parecido llamado receptor por medio de dos alambres llamados hilos de línea, análogos á los del telégrafo.

Hablando ó produciendo sonidos en el trasmisor, la lámina reproduce fielmente el tono y la forma de las vibraciones de la voz, modificándose los valores relativos de la intensidad del campo magnético del imán, se originan en la bobina corrientes inducidas, las que llegando al receptor, modifican á su vez el campo magnético del iman y este produce en la lámina vibrante del receptor movimientos análogos á los que se provocaron en el trasmisor, reproduciéndose las palabras pronunciadas en la estación de partida. (*Teoría de Bell.*)

El micrófono, como su nombre indica, es un instrumento destinado á percibir amplificados los sonidos débiles. Se compone de una barrita de carbón en forma de lanzadera, sostenida por sus dos extremos afilados entre

otros dos trocitos de carbón provistos de una cavidad al efecto.

Unido este instrumento que hace de trasmisor á un teléfono que obra como receptor, y colocando en el circuito una pila, constituyen el micro-teléfono que son los aparatos puestos hoy en uso para trasmitir la voz á largas distancias.

Su fundamento es el siguiente: modificando la presión entre dos ó más superficies en contacto, se modifica la resistencia del circuito eléctrico en que se hallan y esta variación produce los sonidos en un teléfono intercalado en dicho circuito.

Telefotografía.

Telefotografía es la parte de la física que se ocupa de la trasmisión á distancia de las imágenes luminosas por medio de la electricidad.

Su fundamento es la propiedad que tiene el selenio de experimentar cambios considerables en su poder conductor bajo la influencia de la luz.

Alumbrado eléctrico.

El alumbrado eléctrico es la aplicación de los efectos luminosos de la corriente.

La luz eléctrica es debida á la trasformación de los efectos térmicos de la corriente en efectos luminosos, haciendo que esta atraviese un conductor que ofrezca bastante resistencia.

Según la naturaleza del conductor que atraviesa la corriente se conocen tres medios de producir la luz eléctrica:

1.° El aire enrarecido hecho luminoso al paso de la corriente. Este hoy no se usa, 2.° El arco voltáico y 3.° La incandescencia de un filamento carbonoso.

El alumbrado eléctrico comprende: 1.° Una fuerza

motriz para producir el movimiento del generador de electricidad. 2.° El aparato productor de la electricidad, que por regla general son las dinamos. 3.° La línea. 4.° Las lámparas ó aparatos productores de la luz; y 5.° Instrumentos accesorios.

La fuerza motriz; puede ser hidraúlica, de gás ó de vapor.

La línea puede ser aérea ó subterránea, ambas son formadas de hilos de cobre y análogas á lo dicho en la líneas telegráficas.

En las lámparas de arco voltáico, se utiliza para el alumbrado el arco formado al pasar la corriente por dos carbones cilíndricos que se encuentran separados. Estas se dividen en monófotas y polífotas. Las primeras son las que necesitan cada una un circuito y generador especial, subdividiéndose en dos grupos. 1.° Bujías. Y 2.° Reguladores. Las polífotas, son las que puestas en derivación pueden ser alimentadas en un circuito único por un sólo generador. Se subdividen. 1.° En reguladores de derivación. Y 2.° reguladores diferenciales.

En las lámparas de incandescencia la luz es producida por el calentamiento hasta ponerse incandescente un cuerpo refractorio al paso de la corriente. Este cuerpo es el carbón. Estas se dividen. 1.° En lámparas al aire libre, en las que el carbón se consume lentamente y es renovado automáticamente. Y 2.° Lámparas en el vacío, en las que el filamento carbonoso sustraido á la acción del aire es puesto incandescente por el paso de la corriente, produce indefinidamente luz hasta su ruptura.

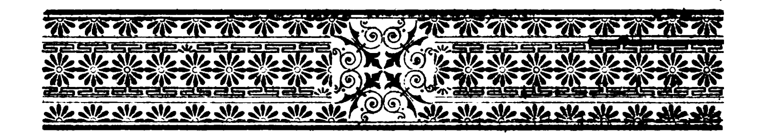
Motores eléctricos.

Motores eléctricos son los instrumentos destinados á trasformar la energía eléctrica en trabajo mecánico y utilizarse como tal.

La teoría es la siguiente: una dinamo llamada generatriz está unida á otra llamada receptriz por medio de

hilos que forman la línea. El movimiento que en la primera produce un generador de movimiento, agua, vapor etc. es trasmitido á la segunda originando un trabajo inverso, poniendo en movimiento un eje ó árbol que puede actuar sobre una maquinaria cualquiera.





METEOROLOGÍA.

Generalidades.

Meteorología es la ciencia que trata de los meteoros.

Elementos meteorológicos son las diversas partes que tomadas en conjunto constituyen el estado atmosférico en un lugar determinado. Estas son la temperatura, la cantidad de vapor de agua del aire, la presión atmosférica, el movimiento del aire, la forma y cantidad de nubes y la precipitación acuosa.

Se llama clíma, el estado medio en un lugar de cada uno de los elementos meteorológicos juntamente con el conocimiento de sus variaciones regulares, diurnas y anúas. La ciencia que de este estudio se ocupa se llama climatología.

Se dice que un movimiento ó cualquier otro suceso es periódico, cuando se repite de la misma manera después de trascurrir un cierto intervalo de tiempo, llamado longitud del periodo.

Las fases más culminantes de un periodo son los momentos (épocas) en que el fenómeno adquiere su valor mayor ó menor (máximo ó mínimo), los en que adquiere su valor medio y aquellos en que varía más rápidamente.

Se llama amplitud del periodo la diferencia existente entre su máximo y su mínimo.

LOS METEOROS.

El aire.

Meteoros son los fenómenos que se producen en la atmósfera.

Los principales meteoros son el viento, tromba marina, nubes, nieblas, lluvia, nieve, granizo, piedra, escarcha, helada, rocío, sereno, rayo, auroras polares, arco iris, halos, espejismo, etc.

Atmósfera, se deriva de *atmos* vapor y *sfaira,* esfera; es la masa de aire que envuelve la tierra. Está retenida en su superficie por la pesantez. Tiene de 50 á 60 kilómetros dé altura.

El aire está formado de 20, 90 p% de oxígeno y de 79, 10 p% de nitrógeno en volumen; ó de 23, 18 p% de oxigeno y de 76,90 p% de nitrógeno en peso. Contiene además trazos de ácido carbónico (cerca de 0,0004) y vapor de agua en cantidad variable.

Temperatura del aire.

Las líneas isotermas son las que unen en una carta localidades que tienen la misma temperatura media. Estas líneas siguen aproximadamente la dirección de los paralelos geográficos, si bién presentan desvíos de alguna consideración, ya hacia el Norte, ya hacia el Sur.

Anomalía térmica es la diferencia entre la temperatura media de un punto y la del paralelo de latitud correspondiente. Esta puede ser positiva y negativa, según que la temperatura sea mayor ó menor que la correspondiente á la latitud.

Líneas isotermales son las que unen en una carta puntos que tienen en una misma época iguales anomalías térmicas.

En el hemisferio Norte predominan las anomalías positivas y en el Sur las negativas.

El año meteorológicamente considerado se divide en cuatro estaciones, que en el hemisferio Norte comprenden los meses siguientes:

Invierno	Diciembre. Enero. Febrero.	**Primavera** . .	**Marzo. Abril. Mayo.**
Verano	Junio. Julio. Agosto.	**Otoño**	**Septiembre. Octubre. Noviembre.**

En el hemisferio Sur comprenden los meses siguientes:

Invierno	Junio. Julio. Agosto.	**Primavera** . .	**Septiembre. Octubre. Noviembre.**
Verano	Diciembre. Enero. Febrero.	**Otoño**	**Marzo. Abril. Mayo.**

La temperatura media anual se encuentra por la fórmula:

$$T = 12^{o},16 + 3^{o},14 \; sen \; l + 14^{o},26 \; cos \; 2 \; l,$$

l representa la latitud del lugar. *(Fórmula de Sartorius von Walterhausen).*

Presión atmosférica.

Líneas isobáricas son las que unen puntos en una carta que tienen la misma presión al nivel del mar. No indican un cambio regular de la presión desde el Ecuador hacia los polos. La presión á partir de un máximo disminuye contínuamente en todas direcciones y aumenta en todos sentidos á partir de un mínimo.

Vientos.

Viento es una corriente aérea que se produce en la atmósfera.

Los cuatro vientos principales son el viento Norte, el del Este, el del Sur y el del Oeste, llamados cardinales. Hay intermedios los vientos Nordeste, Sudeste, Sudoeste y Noroeste.

Los intervalos entre las ocho direcciones que preceden pueden todavía ser divididos en cuatro partes y producir 32 divisiones.

La rosa de los vientos es el trazado de los 32 rumbos que representan las direcciones de todos los vientos clasificados.

La dirección de los vientos se aprecia por medio de las veletas y su intensidad por los anemómetros.

Para medir la presión del viento se emplea una plancha unida á una veleta, de tal manera que siempre se presente perpendicularmente á aquél; detrás de esta plancha se colocan uno ó varios muelles que se cerrarán tanto más cuanto mayor sea la presión que el viento ejerza sobre ella. La cantidad que la plancha retrocede sirve para calcular la presión del viento. Se evalúa en kilógramos por metro cuadrado.

La presión del viento es proporcional al cuadrado de la velocidad.

Como los aparatos que se empleau para la determinación de la presión ó velocidad del viento suelen ser costosos, se acostumbra estimarla aproximadamente por medio de números, como se observa en las escalas siguientes:

Escala terrestre.

Fuerza del viento — 0—6	Velocidad del viento. — Metros por segundo.	Presión del viento. — Kgr. por metro cuadrado.	ACCION DEL VIENTO.
0. Calma.	0 á 0,5	0 á 0,15	El humo se dirige hacia arriba ó casi perpendicularmente.
1. Flojo.	0,5— 4	0,15— 1,87	Viento que se percibe mueve una grímpola ó banderola.
2. Fresquito.	4— 7	1,87— 5,96	Extiende una grímpola, mueve las hojas de los árboles.
3. Fresco.	7— 11	5,96—15,27	Mueve las ramas de los árboles.
4. Fuerte.	11— 17	15,27—34,35	Mueve las ramas gruesas y troncos delgados.
5. Temporal	17— 28	34,35—95,4	Mueve todo el árbol
6. Huracán.	Más de 28	Más de 95,4	Efectos destructores.

Escala marina.

Fuerza del viento. — Escala marina 0-12	Velocidad del viento. — Millas por hora.	Velocidad y vela que debe llevar el buque ciñendo el viento.	Escala terrestre.
0	2	Sin gobierno	1
1	7	El buque gobierno	
2	11	1 á 2 millas por hora	2
3	16	2 á 4	3
4	20	4 á 6	
5	25	Juanetes	4
6	29	Gabias en un rizo y juanetes	
7	35	Gabias en dos rizos	5
8	42	Gabias en tres rizos	
9	49	Gabias en todos los rizos	
10	57	Mayores arrizadas	6
11	66	Velas de cuchillo	
12	79	Sin poder regir velas	

La dirección y fuerza del viento en un punto cualquiera está determinada por causas locales principalmente.

Los vientos son regulares, periódicos y variables.

Vientos regulares son los que soplan regularmente todo el año en una dirección constante. Tales son los vientos alíseos.

Vientos periódicos son los que soplan regularmente en la misma dirección, en las mismas estaciones ó en las mismas horas del día. Tales son los monzones, el simoun y la brisa.

Vientos variables son los que soplan ya en una dirección, ya en otra; sin que se pueda comprobar la existencia de una ley que presida á su dirección.

Para formar idea de la relación en que reinan los vientos en un lugar determinado, se cuenta el número de veces que en un cierto tiempo, un mes por ejemplo, ha reinado cada uno de ellos. Disponiendo un estado ó cuadro, cuya primera casilla indica el mes y el rumbo de los vientos, generalmente solo se toman ocho direcciones, pues los vientos intermedios se presentan con menos frecuencia que los princípales, las siguientes indican las veces que ha reinado cada uno de ellos en las diversas horas que se ha hecho la observación; otra que representa la suma total dc ellas; otra con la denominación de *ocho direcciones,* cuyo objeto es reducir á las ocho direcciones antes indicadas, para lo que sumamos los números que corresponden á los vientos intermedios, y su semisuma se agrega al viento principal comprendido entre ellos, y estos números forman dicha casilla. Y la última se forma multiplicando la anterior por 1000 y se divide por el número de observaciones hechas; de este modo se reduce la frecuencia de los vientos á 1000 observaciones, puesto que los diferentes meses del año tienen diversos días.

El viento sopla de las regiones en que haya mayor presión atmosférica, hacia aquellas en que la presión es menor. El viento alrededor de *un máximo* de presión so-

pla *hacia fuera* en todas direcciones, es decir al *N.* del máximo de presión, desde el *S.* hacia el *N.;* al *W* desde el *E.* al *W.;* al *S.* del *N.* al *S.* y al *E.* de *W.* á *E.*

Alrededor de *un mínimo* de presión atmosférica el viento sopla *hacia adentro;* es decir, en la parte al *N.* de él, de *N.* á *S.;* al *W.* del *W.*, al *S.* del *S.* y al *E.* del *E.*

La dirección del viento no es enteramente perpendicular á las líneas isobáricas desde las de mayor á las de menor presión, sino que se inclina, en el hemisferio *N.* hacia la derecha y en el *S.* hacia la izquierda.

Colocándose de espaldas al viento, para el hemisferio boreal, las regiones en que la presión es más elevada quedan hacia la derecha y algo hacia atrás, la presión menor á la izquierda y algo hacia adelante, (*Ley de Buys-Ballot.*)

Colocándose de espaldas al viento, para el hemisferio austral, la presión más alta queda á la izquierda y algo hacia atrás, y la más baja á la derecha y algo hacia adelante. (*Ley de Buys-Ballot.*)

Terrales son los vientos que soplan desde la tierra al mar.

Virazones son los vientos que soplan desde el mar á la costa.

Los vientos cambian de dirección en el mismo sentido que marcha el Sol (*Ley de Dove.*)

Meteoros acuosos.

Las nubes son masas de vapor condensado en la atmósfera en gotitas de una extremada pequeñez y á una altura más ó menos variable.

Las principales nubes son los cirrus, cúmulus, stratus y nimbus.

Los cirrus son nubes pequeñas blanquecinas que ofrecen el aspecto de filamentos sueltos.

Los cúmulus son nubes redondeadas, que ofrecen el aspecto de montañas amontonadas las unas sobre las otras.

Los stratus son fajas nebulosas horizontales, muy largas y continuas que se forman á la puesta del sol y desaparecen á su salida.

Los nimbus ó nubes de lluvia son las que no afectan ninguna forma característica y se distinguen por su tinte gris uniforme.

La nubosidad ó cantidad de nubes se expresa suponiendo reunidas todas las nubes visibles y apreciando la relación de espacio que cubrirían al de todo el cielo. Para esto se emplean los números desde el 0 al 10, indicando el 0 completamente claro, 1 cubierto de nubes la décima parte del cielo, los números 2 y 3 ligeramente cubiertos, 4 claro casi la mitad y 5 claro la mitad del cielo; 7 y 8 muy nublado y 9 casi completamente cubierto. Cuando el cielo está todo cubierto de neblina se indican también las partes del cielo que están nubladas por el número 10.

Nieblas son nubes que se forman en la superficie de la tierra por el descenso de la temperatura ó por la llegada de viento caliente á las capas inferiores de la atmósfera.

La repetición de la nebulosidad, en su conjunto, es una consecuencia directa de la marcha de los vientos y está regulada por la distribución de las presiones. *(M. L. Teisserene de Bort.)*

Bruma es una niebla muy espesa. Las gotitas llegan á ser bastantes espesas para caer.

Lluvia es la caida al estado de gotitas del agua resultante de la condensación en las altas regiones de la atmósfera de los vapores que se elevan del suelo.

Nieve es la caida de agua solidificada en cristalitos estrellados, diversamente ramificados y resultantes de la congelación de las gotitas de las nubes.

Pluviometros son los instrumentos destinados á medir la cantidad de lluvia ó nieve.

Granizo es la caída de masas pequeñas de agua esponjosas, opacas ó semi-transparentes.

Piedra es la caída de glóbulos de hielo compacto, más ó menos voluminosos.

Helada es la congelación de la lluvia sobre el suelo enfriado á una temperatura inferior á 0°.

La escarcha es la condensación al estado sólido del vapor de agua contenido en la atmósfera, cuando se condensa sobre los cuerpos á una temperatura inferior á 0°.

Rocío es la condensación al estado líquido del vapor de agua contenido en la atmósfera por el enfriamiento nocturno.

Sereno es la precipitación de agua bajo forma de lluvia muy fina, sin presencia de nubes y por efecto del enfriamiento brusco de un aire húmedo y caliente.

Meteoros eléctricos.

Rayo es la descarga eléctrica entre una nube cargada de electricidad y el suelo.

Trueno es la descarga entre dos ó más nubes cargadas de electricidad.

Relámpago es la luz que acompaña al rayo y trueno.

Cuatro especies se admiten de relámpagos. 1.° En zig-zag, cuya forma se atribuye á la resistencia del aire á las fuertes descargas. 2.° Los que abrazan todo el horizonte y se producen en el seno de la nube á la cual iluminan. 3.° Los llamados de calor, propios de las noches serenas y despejadas de verano, sin que se distinga nube alguna. Se supone que son debidos á nubes lejanas situadas debajo del horizonte. Y 4.° los relámpagos en forma de globo, que se desprenden de las nubes á veces con lentitud y cuyo orígen es desconocido.

Choque de retroceso es una conmoción violenta ó mortal que puede ser sentida por los hombres ó los animales á una gran distancia del lugar donde haya caido el rayo. Es producida por la influencia de la nube electrizada sobre una zona que puede ser muy extensa. En virtud de esta influencia, la zona se encuentra electrizada de un fluido contrario al de la nube. Según esto la

descarga haciendo bruscamente cesar la influencia, toda la zona vuelve al estado neutro con la prontitud de la misma descarga.

La aurora polar es un fenómeno luminoso que aparece en la atmósfera en los dos polos de la tierra. La aurora polar es boreal ó austral según el polo en el cual se produce.

La aurora polar es producida por una recomposición lenta de la electricidad del suelo con la de la atmósfera.

Meteoros luminosos.

El arco iris es una faja de siete arcos concéntricos con los colores del espectro luminoso y que aparece en las nubes opuestas al sol cuando se resuelven en lluvia. Es producido por la descomposición de la luz blanca por las gotitas de lluvia.

Los halos son dos círculos verticales concéntricos al sol, de un rojo pálido en el interior y blancos ó azulados por fuera. Son producidos por la descomposición de la luz por pequeñas agujas de hielo en suspensión en el aire.

Los parehelios ó falsos soles son imágenes generalmente difusas del sol que aparecen á los extremos del diámetro horizontal de un pequeño halo y un poco fuera de este círculo.

El espejismo hace ver por bajo el suelo ó en la atmósfera, la imagen invertida de los objetos lejanos por efecto de refracción que se produce en una atmósfera donde hay capas de aire de desigual densidad, debidas al calentamiento del suelo.

Magnetismo terrestre.

La tierra orienta los imanes sustraidos á la acción de la pesantez y que oscilan en un plano horizontal, dirigiendo el polo austral sensiblemente hacia el Norte y el polo boreal hacia el Sur.

Meridiano magnético de un lugar es el plano vertical que pasa en este lugar por los dos polos de una aguja imantada orientada por la tierra.

Declinación es el ángulo que forma el meridiano magnético con el meridiano astronómico. Puede ser oriental ú occidental, segun que el polo austral de la aguja esté al Este ó al Oeste del meridiano astronómico.

La declinación es actualmente occidental en Europa y Africa; y oriental en Asia, América y Oceanía.

El máximum de separación observado en París en la declinación es de 11° 30' de declinación, oriental en 1580; y 22° 22' occidental, en 1825.

La observación de la declinación comprende las variaciones seculares, anuales, diurnas y las perturbaciones.

Las perturbaciones son las variaciones accidentales causadas por las auroras boreales, las erupciones volcánicas y la caída del rayo.

La tierra orienta los imanes sustraidos á la acción de la gravedad y que oscilan en un plano vertical.

Inclinación es el ángulo que forma la aguja imantada con el horizonte cuando el plano vertical en el cual ella se mueve es el meridiano magnético.

La aguja imantada que se mueve en un plano vertical perpendicular al meridiano magnético es invariablemente vertical.

Aguja astática es la aguja imantada que está sustraida al magnetismo terrestre.

La aguja imantada sustraida á la acción de la gravedad y movil al rededor de un eje situado en el plano del meridiano magnético paralelamente á la inclinación, es astática.

El sistema astático simple es la reunión de dos agujas de la misma fuerza, reunidas paralelamente y con los polos de nombre contrario enfrente.

La tierra imanta las sustancias magnéticas convenientemente colocadas en el meridiano magnético.

El magnetismo terrestre y la aurora polar tienen un

origen diferente é independiente entre sí. La correlación entre ambos fenómenos consiste, en que el magnetismo ejerce una acción directriz en las descargas de la aurora; y esta reacciona sobre el magnetismo modificando la dirección y la intensidad de una fuerza. (*M. J. Lurini*).

Corrientes telúricas.

1.ª Las corrientes producidas por las planchas de tierra y que en líneas cortas, dificultan la observación de las corrientes telúricas, dejan de producirse en cantidad suficiente para ejercer influencia en las observaciones cuando los puntos extremos de las líneas se hallan á unos 200 kilómetros ó á mayor distancia.

2.ª Las corrientes telúricas siguen generalmente una dirección determinada, de suerte que en el momento en que estas corrientes son enérgicas, las comunicaciones telegráficas, en ciertas direcciones, experimentan perturbaciones muy sensibles, mientras que nada se observa en otros recorridos. En Alemania las líneas de corriente siguen por lo general la dirección del sudeste al noroeste.

3.ª La diferencia de tensión entre los puntos extremos de la comunicación de tierra, que se manifiesta en el alambre metálico bajo forma de corriente telúrica, se ha observado hasta aquí en una sola y misma dirección y en un mismo momento dado; es tanto mayor cuanto más distantes se hallan entre sí los puntos extremos; no obstante esta diferencia, en general parece ser se halla en una proporción algo menor que la distancia de los puntos extremos de la línea.

4.ª En los círculos metálicos dobles sin alambre de tierra, también se producen corrientes naturales, pero no se conducen como en el caso anterior, y son tanto más débiles cuanto menor es la superficie envuelta por el circuito cerrado; de ahí resulta que en las épocas en que las corrientes telúricas son muy intensas se pueden mejorar las comunicaciones telegráficas empleando doble línea ó hilo de retorno.

5.ª Comparando las indicaciones de la marcha de las corrientes telúricas en las líneas telegráficas, con las curvas trazadas automáticamente por los instrumentos de medida del magnetismo terrestre, se observa una concordancia tal que se puede deducir de ella una correlación entre las causas de los fenómenos de las corrientes telúricas y las variaciones de la declinación y de la intensidad horizontal magnética.

6.ª Las grandes variaciones de las corrientes telúricas en localidades entre sí muy separadas se producen con una simultaneidad casi perfecta. Esta observación es solo aplicable á las grandes variaciones irregulares. En cuanto á las corrientes telúricas más débiles, regulares, diarias, anuales, periódicas y cuya intensidad es insuficiente para ejercer una acción notable en los alambres telegráficos, se ha reconocido que se producen siempre en la misma hora local.

7.ª La posición del sol con relación á las localidades respectivas, influye, pues, en la regularidad de estas variaciones que corresponden así mismo con las fluctuaciones observadas en la intensidad de la fuerza directriz magnética.

8.ª La intensidad de las corrientes telúricas es mínima al medio día, alcanza un máximo hacia el ocaso del sol; desciende un poco hasta que el sol reaparece en el horizonte y luego desciende rápidamente hasta el mínimo del mediodía. *(Heisig).*

Tiempo.

Se llama tiempo en el lenguaje ordinario, los diversos estados atmosféricos constituidos por los elementos meteorológicos.

El problema capital de la meteorología, consiste en establecer las leyes que presiden á la distribución de la presión del aire y á los cambios que en ella se producen.

Rosa de los vientos es una tabla en la que constan las diversas direcciones del viento en un período dado.

Rosa térmica es una tabla en la que constan los diversos valores medios de la temperatura en un período dado y la dirección del viento.

Rosa de vientos átmica es una tabla en la que constan los diversos valores medios de la tensión del vapor en un período de tiempo dado y la dirección del viento.

Rosa de vientos bárica es una tabla en la que constan los diversos valores medios de la presión atmosférica en un período de tiempo dado y la dirección del viento.

Rosa de vientos néfica es una tabla en la que constan los diversos valores medios de la cantidad de nubes y la dirección del viento en un período dado.

Rosa de vientos dinámica es una tabla en la que constan los diversos valores medios de la fuerza del viento en un período dado.

El barómetro baja: 1.º Cuando el aire se calienta; 2.º Cuando el aire está húmedo; 3.º Cuando el aire tiene un movimiento ascendente; 4.º Por la condensación del vapor de agua en forma de nubes ó precipitación; 5.º Por el movimiento del aire; y 6.º Cuando el aire afluye desde un punto en que el barómetro está más alto que en sus alrededores (un máximo de presión).

El barómetro sube: 1.º Cuando se enfrían fuertemente las capas de aire inferiores; 2.º Cuando el aire tiene un movimiento descendente; y 3.º Cuando el aire alrededor de un punto en que la presión es más baja que en los demás (un minimo barométrico) afluye hacia él para reponer la falta de aire allí existente.

Toda recta perpendicular á una línea isobárica indica la dirección según la cual se produce la máxima diferencia de presión entre dos lugares distantes entre sí una cierta cantidad. Esta recta es la dirección del *graduante barométrico*, que se supone desde la presión mayor á la menor. La magnitud del graduante se expresa por el número de milímetros que disminuye la presión en la dirección de aquél por cada legua geográfica de distancia.

La magnitud y dirección del graduante determina la distribución de la presión atmosférica al rededor de un lugar dado.

Si las curvas isobáricas son círculos concéntricos, entonces el centro común es un máximo ó mínimo de presión; y la dirección del graduante es la de los radios de los círculos sin más diferencia que la de deberse contar su dirección, ya del centro á la circunferencia ó ya inversamente, según que corresponda el centro á un máximo ó á un mínimo. Si las isóbaras son rectas paralelas serán también paralelas la dirección de los graduantes

Cuanto más próximas están las isóbaras tanto mayor será el graduante y cuanto más separadas estén tanto menor será el graduante.

Tempestades.

Tempestad es el viento cuya velocidad excede de cierto grado. En el mar se dice que un viento es tempestuoso si su velocidad excede de 25 metros por segundo ó 50 millas por hora. En tierra se dice que lo es cuando su velocidad excede de 16 $^{3}/_{4}$ metros por segundo. En la escala terrestre se representan por el número 5 y en la marina por el 9 y sucesivos.

Las tempestades describen en la superficie del globo órbitas regulares de forma casi parabólica, cuyos vértices se encuentran hacia el 25° ó 30° de latitud y dirigida su concavidad hacia el Este. Su movimiento de traslación primero bastante lento, luego cada vez más acelerado se efectúa de izquierda á derecha en nuestro hemisferio, para un observador situado en el interior de esta gran curva y de derecha á izquierda en el hemiferio opuesto.

Las tempestades tropicales son tormentas giratorias ó ciclones en que el viento á todos lados del centro tiene una velocidad extraordinaria. La parte en que la fuerza del viento llega á ser de huracán ó tempestad fuerte, forma un círculo ú óvalo cuyo diámetro puede estar

comprendido entre 12 y 80 ó más leguas geográficas. En el centro del tempestuoso remolino se halla un mínimo barométrico, en que ordinariamente la presión es excesivamente baja, poco más de 700 mm., al rededor de este punto hay un pequeño espacio casi circular de 2 á 4 leguas, en que la presión atmosférica es tan baja como en el centro. Por la parte exterior de este espacio sube muy rápidamente la presión con respecto á la distancia al centro, de modo que el graduante barométrico excede á veces de 3mm por legua. A una distancia del centro todavía mayor se hacen más débiles los graduantes barométricos y en consecuencia la presión atmosférica llega á alcanzar su valor medio. Al rededor del centro hay un espacio donde reina la calma más perfecta á que se da el nombre de calma central. Sobre las tempestades tropicales se estiende siempre una densa y oscura nube que arroja torrentes de lluvia. La cúspide de esta se eleva á veces á una altura de 4 leguas geográficas sobre la superficie terrestre. Debajo suelen verse masas desgarradas de nubes que parecen impulsadas desde el centro hacia el borde del remolino. El centro de la nube tempestuosa ó su punto más denso cae hacia el lado del vértice á que se dirije el movimiento de este. A las nubes tempestuosas acompañan truenos y relámpagos. A veces se rasga la masa de nubes sobre el punto medio de la tempestad, permitiendo ver durante un corto espacio de tiempo el azul del cielo. Esto se llama el *ojo de la tempestad.*

La marca del huracán es debida á la baja presión existente en su centro, hace que el mar se eleve en él, mientras que al mismo tiempo, sus aguas son impulsadas hacia el mismo centro por las corrientes atmosféricas y sus efectos son terribles.

Los tornados son tormentas giratorias cuyos potentes movimientos no ceden en fuerza á los huracanes, pero que comprendén un espacio mucho menor.

Los tornados son ocasionados por una poderosa corriente ascendente, que condesa á cierta altura sus va-

pores de agua y se renueva por tanto constantemente moviéndose sobre la superficie terrestre.

La proximidad de un tornado es anunciado por pequeñas nubes negras llamadas ojos de buey, que crecen con mucha rapidez y se extienden hacia arriba en forma de un embudo.

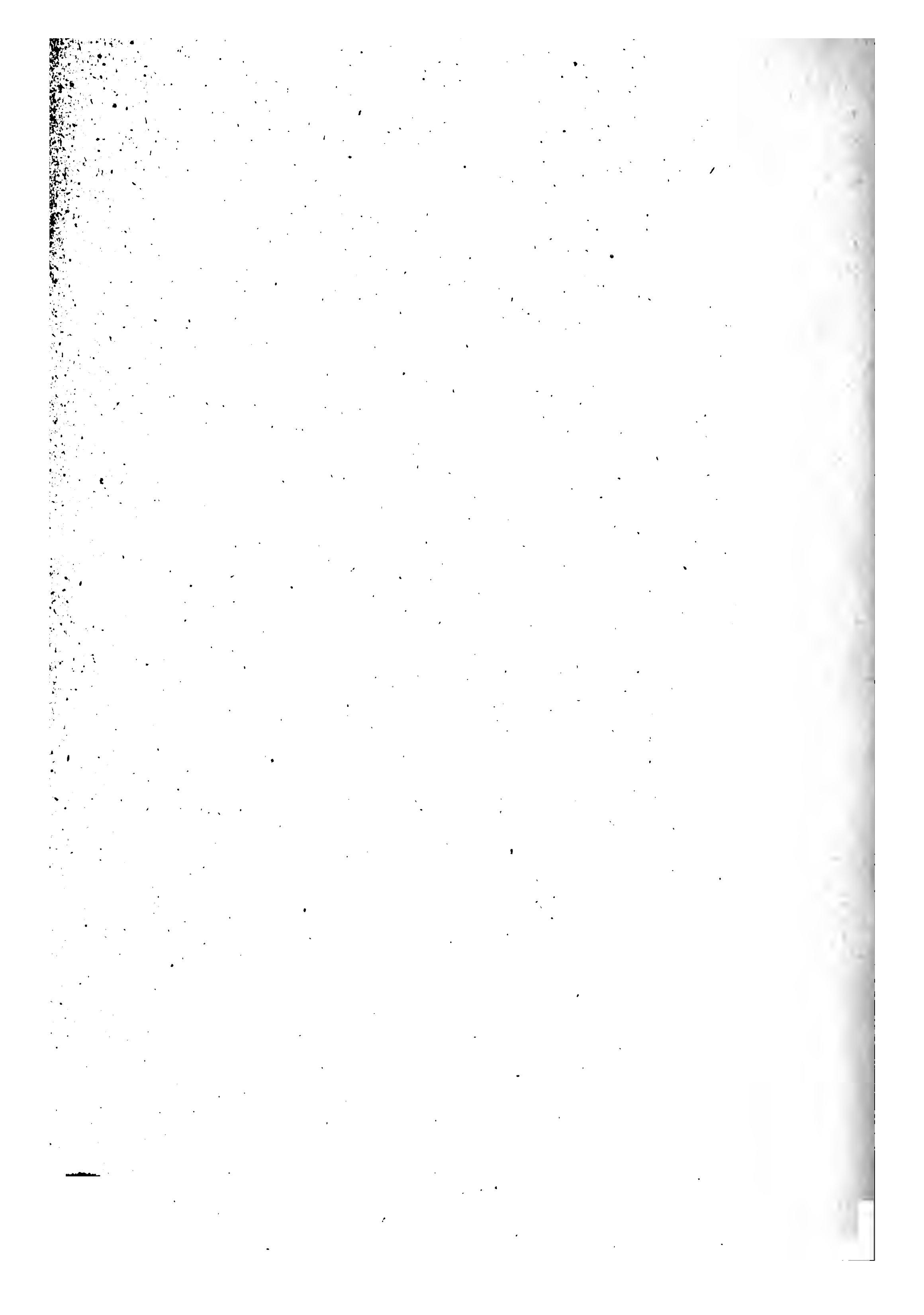
Las trombas ó mangas son tornados en escala menor.



…MA MÉTRICO DECIMAL

…CIEMBRE DE 1888.

…N.	UNIDADES MECÁNICAS.			
…AD.	DE PESO		DE ENERGÍA.	
…BOLOS.	NOMBRES.	SÍMBOLOS.	NOMBRES.	SÍMBOLOS.
M hl	Tonelada.	t	Kilográmetro.	kgm
K dal	Quintal métrico.	q	Grámetro	gm
M l	Kilógramo.	kg	”	”
D dl	Gramo	g	”	”
C cl	Decígramo.	dg	”	”
M ml	Centígramo	cg	”	”
M λ	Milígramo.	mg	”	”
”	”	”	”	”



MA MÉTRICO DECIMAL

CIEMBRE DE 1888.

N.		UNIDADES MECÁNICAS.			
AD.		DE PESO		DE ENERGÍA.	
	BOLOS.	NOMBRES.	SÍMBOLOS.	NOMBRES.	SÍMBOLOS.
M	hl	Tonelada.	t	Kilográmetro.	kgm
K	al	Quintal métrico.	q	Grámetro	gm
M	l	Kilógramo.	kg	"	"
D	dl	Gramo	g	"	"
C	cl	Decígramo.	dg	"	"
M	ml	Centígramo	cg	"	"
M	λ	Milígramo.	mg	"	"
	"	"	"	"	"

AS.

. S.	UNIDAD PRÁCTICA.	NÚMERO de unidades C. G. S. comprendidas en la unidad práctica.
o.	Metro.	100
sa.	Kilógramo-masa.	1000
	Minuto.	60
drado.	Metro cuadrado.	10000
bico.	Metro cúbico.	1000000
ndo.	"	"
ndo.	"	"
	Kilógramo.	980,0156 (Madrid)
	Kilográmetro.	98001560 (Madrid)
ndo.	Kgm. por segundo.	98001560
cm^3	Gramo-masa: cm^3	1
o	Kilógramo—segundo.	980015,6
^{2}	Kgm. por cm^2	980015,6
	Unidad C. G. S.	1
	Idem.	1
	Idem.	1
	Ohm.	10^9
	Volt.	10^8
	Ampére.	10^{-1}
	Coulomb.	10^{-1}
	Farad.	10^{-9}
	Joule ó volt-coulomb.	10^7
do.	Wátt ó volt-ampére.	10^7
	Ohm-centímetro.	10^9
	Ampére por cm^2	10^{-1}

INDICE.

Págs.

NOCIONES GENERALES 3
Espacio 4
Tiempo 4
Materia 4
Energía 9
Constitución material de los cuerpos 11
Constitución dinámica de los cuerpos 13
NOCIONES DE MECÁNICA 15
Estática 16
Dinámica 22
Choque 26
Rozamiento 28
Relojería 29
PESANTEZ Ó GRAVEDAD 29
Caida de los cuerpos 29
Centro de gravedad 31
Péndulo 32
Peso 33
Elasticidad 34
Propagación de las deformaciones 37
FORMAS FISICAS DE LA MATERIA 39
Estado sólido 39
ESTADO LÍQUIDO.—HIDROSTÁTICA 49
Presiones 49
Equilibrio 50
Mezcla de los líquidos 51
Capilaridad 52

Págs.

Hidrodinámica 54
Hidráulica 56
ESTADO GASEOSO.—AREOSTÁTICA Ó PNEUMÁTICA . . . 57
Presiones 57
Mezcla de los gases 59
Aereodinámica 60
FORMAS DE LA ENERGIA 61
ACÚSTICA Ó FONOLOGÍA 61
Producción.—Propagación 61
Reflexión.—Refracción.—Interferencias 62
Cualidades.—Gama.—Armónicos 62
Cuerdas 66
Tubos 67
Varillas.—Láminas.—Placas 69
Sonidos resultantes 69
Órgano de la voz 69
TERMOLOGÍA 71
Preliminares 71
Dilatación 71
Cambio de estado de los cuerpos 72
Higrometría 74
Estado esferoidal 75
Conductibilidad 75
Calorimetría 77
Equivalente mecánico del calor 78
Termoquimia 80
Calor radiante 81
Intensidad 82
Radiofonía 83
Reflexión.—Difusión 83
Absorción.—Emisión 84
Refracción.—Doble refracción.—Polarización.—
Interferencia.—Difracción 85
Diatermancia 85
Termocrosis 85
FOTOLOGÍA 86
Propagación de la luz 86

	Págs.
Fosforescencia	88
Imágenes	88
Fotometría	89
Catóptrica	91
Dióptrica	94
Dispersión.—Cromatismo	99
Doble refracción	107
Interferencia	109
Difracción	114
Polarización	119
ELECTRICIDAD	129
Origen.—Definiciones.—Efectos.--Subdivisiones.	129
Fuerza electro-motriz.—Potencial eléctrico	131
Electricidad estática	132
Influencia ó inducción	132
Electricidad condensada	137
Manantiales de electricidad estática	139
Electricidad termo-estática	140
Magnitudes electrostáticas	141
Electricidad dinámica ó galvanismo	142
Corrientes hídro-eléctricas	143
Corrientes termo-eléctricas	144
Resistencia	144
Electrolisis	147
Electro-dinámica	149
MAGNETISMO	151
Imanes	151
Influencia	153
Electro-magnetismo	154
Magnitudes electro-magnéticas	157
Inducción	159
Máquinas de inducción	160
Telegrafía	162
Electro-acústica	164
Telefotografía	165
Alumbrado eléctrico	165
METEOROLOGIA	169